BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN HET MONOCULAIRE ZIEN.

A. J. DE FAVAUGE—BRUIJEL.

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN HET MONOCULAIRE ZIEN.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM, OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS PROF. JHR. DR. J. SIX, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE. IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN IN DE AULA DER UNIVERSITEIT OP DINSDAG 30 MAART 1920, DES NAMIDDAGS TE 3 UUR, DOOR

ALEIDA JOSINE DE FAVAUGE–BRUIJEL, ARTS. GEBOREN TE BERCH.

UITGEVERS EN DRUKKERSMIJ. VAN F. VAN ROSSEN, AMSTERDAM.

Aan:

Manette Bruyel-de Favauge.

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij een welkome gelegenheid om U, Hoogleeraren der Medische en Natuurphilosophische Faculteit, mijn dank te betuigen; U allen ben ik veel dank verschuldigd, Gij hebt mij niet alleen gevormd tot arts, Gij hebt meer aan mij gedaan.

Hooggeachte ZEEMAN, *Hooggeachte Promotor, veel heb ik van U ontvangen; ik dank U voor de welwillende wijze, waarop Gij mij behulpzaam zijt geweest bij de samenstelling van dit proefschrift en voor de belangstelling die Gij steeds toondet in mijn werk; ook dank ik U voor de gastvrijheid die ik in Uwe kliniek, in Uw wetenschappelijk milieu mocht genieten.*

Collegae, a. s. collegae en allen, die op eenige wijze meegewerkt hebben tot het slagen van de proeven, zal ik steeds zeer erkentelijk blijven.

INHOUD.

Bladz.

Voorwoord 1

GEDEELTE I:

Overzicht van de methoden tot meting van de aanpassing aan de éénoogigheid 3—21

GEDEELTE II:

Vergelijking van het één- en twee-oogig zien.

A Snelheid van waarnemen 22

B Nauwkeurigheid van waarnemen 34

C Scherpte der beelden 34

D Helderheid der beelden 35

E Grootte en vorm der voorwerpen 36

Conclusies 71

VOORWOORD.

De invloed, dien de Sociale Wetgeving op de geneeskunde uitoefent is vooral duidelijk gebleken bij het in werking treden der ongevallenwet.

Problemen, wier oplossing vroeger slechts uit een wetenschappelijk, een ideëel oogpunt belangrijk was, hebben een socialen, een praktischen kant gekregen.

De arts wordt verplaatst uit het gevoelig halfdonker der ziekenkamer in het nuchtere, koele licht der rechtszaal; z'n zieke, gewoonlijk een individu op zichzelf, medische zorg en menschelijk voelen vragend, krijgt, als ongevalspatient, tot achtergrond „de gemeenschap" en eischt bescherming van rechten, die zijn toestand hem verschaft.

Was de werkman-getroffene zich bewust, dat ook hij deel uitmaakt van die gemeenschap en als zoodanig naast rechten niet minder plichten tegenover haar heeft, de taak van den artsdeskundige zou makkelijker, zou medischer zijn.

Maar, arbeids-traagheid en rente-begeerigheid vertroebelen soms het ziektebeeld en bemoeielijken het verzamelen van positieve gegevens, die zoo noodig zijn om individu en gemeenschap met elkaar te verzoenen, als beider eischen in conflict komen.

In dit licht gezien moet elke poging om de oude methoden van onderzoek te objectiveeren, zoo mogelijk een nieuwe toe te voegen aangemoedigd worden en meen ik, deze studie over het zien van den monoculus der faculteit als proefschrift te mogen aanbieden.

EERSTE GEDEELTE.

De literatuur over de invaliditeits-schatting van den monoculus, die ongeveer vanaf 1888 dateert, is zeer uitgebreid; tal van onderzoekers hebben zich bezig gehouden met deze vraag en vele wegen zijn aangegeven om tot een oplossing te komen.

Dat men, ondanks deze groote belangstelling toch in gebreke gebleven is kan hen, die het vraagstuk van nabij kennen, niet verwonderen. Gevraagd wordt n.l. een methode, om het verschil in arbeidsvermogen vóór en ná het ongeval, d.i. hier verlies van één oog, in maat en getal uit te drukken, dus een quantitatieve bepaling.

Uit een morphologisch oogpunt beschouwd bestaat er wel een quantitatief verschil tusschen den één- en den twee-oogige maar, waar het de validiteit d.i. de arbeidsprestatie betreft is het niet de vorm maar de functie, die ons interesseert en functioneel hebben we te doen met qualitatieve verschillen.

Deze qualitatieve verschillen nu laten zich wel vaststellen en beschrijven, maar nooit uitdrukken in getallenmaat.

Het verlies van één oog maakt den getroffene als 't ware tot een ander individu; hij ziet niet meer of minder dan de binoculair ziende, maar anders en de aanpassing van den monoculus, de vermeerdering zijner arbeidsprestatie, zij wijst niet op een vermeerdering van zijn zien als optische functie, maar op een gecompliceerd psychisch gebeuren, op het in werking treden van nieuwe momenten.

Geeft men zich hiervan voldoende rekenschap, dan moet elke poging tot meting van het geleden of herwonnen functie-verlies belachelijk schijnen en in beginsel veroordeeld.

Het zien van den monoculus heeft echter bij het in werking

treden der ongevallenwet (1884 Duitschland, 1903 Nederland) een groote maatschappelijke beteekenis gekregen en hierin ligt wel de verklaring voor de vele pogingen om een quantitatieve maat te vinden.

Gaan we de literatuur over dit onderwerp na, dan kunnen we, de groote lijn volgend, de auteurs in drie groepen verdeelen.

De mathematici, die de eerste groep vormen, hebben getracht de arbeidswaarde na verlies van één oog door middel van formules vast te stellen.

Rekening houdend alleen met de centrale gezichtsscherpte werd door Mooren e. a. 50 pCt. schade aangenomen terwijl ZEHENDER[1]) met zijn formule: $E = \frac{2 \times {}^6/_6 + 0}{3} = {}^2/_3$, waarin E de arbeidswaarde van het overgebleven oog voorstelt, tot een arbeidsongeschiktheid van $33^1/_3$ pCt. kwam.

MAGNUS[2]), die behalve de centrale gezichtsscherpte ook gezichtsveld en oogspierfunctie in aanmerking nam, stelde een veel gecompliceerder formule op:

$$E = Se \sqrt{P} \sqrt[4]{M} \sqrt[5\text{ of }10]{\frac{Se + se}{2}} \sqrt{P} \sqrt[4]{M}$$

maar kwam ook tot $\pm$ 30 pCt. invaliditeit.

Op het Internationaal Congres voor Oogheelkunde in 1904 te Luzern gehouden, werd met deze wijze van werken gebroken en tevens aan een internationale commissie opgedragen het vraagstuk der invaliditeitsschatting statistisch te bewerken.

Se = a.v. overgebleven oog. P = gezichtsveld.
se = a.v. verloren oog. M = oogspierfunctie.

---

1) Ueber den zahlenmässigen Ausdruck der Erwerbungsfähigkeit gegenüber den Unfall-Versicherungsgesellschaften. *Kl. Monatsbl. f. Augenh.* 1889, p. 265, 531.

2) Leitfaden für Begutachtung und Berechnung von Unfallbeschädigung der Augen. Breslau 1894.

Prof. STRAUB voor ons land aangewezen, droeg dit werk over aan LANS [1]) en VAN GEUNS [2]), terwijl we ook bij V. D. HEYDE [3]) gegevens vinden, op deze wijze verzameld. Hoewel nu de resultaten van dit onderzoek, eenige jaren later gepubliceerd, aantoonden, dat de schatting van 30 pCt. invaliditeit veel te hoog was, bleef deze door de Rijksverzekeringsbank toch gehandhaafd.

Een verklaring hiervoor is makkelijk te vinden want, al blijkt uit de loonstatistieken, dat deze schatting gemiddeld te hoog is, de behoefte aan een individueele bepaling wordt hiermee niet vervuld en deze behoefte verklaart tevens het streven der derde groep proeven te nemen met het individu zelf.

Deze laatste onderzoekers, die ons vooral interesseeren, gaan hierbij uit van anatomische en physiologische grondbeginselen; ze vragen naar de elementaire, physiologische beteekenis der weggevallen deelen en aan de hand daarvan construeeren zij de waarschijnlijke gevolgen van het geleden verlies op het geheele zien.

Het verlies van een oog, zeggen zij, moet leiden tot geheel of partieel verlies van dieptezien; immers de physiologie leert ons, dat de groote beteekenis van het binoculair zien in het dieptezien gelegen is en de belangstelling concentreerde zich, te veel wellicht, op het dieptezien.

Hoewel tusschen binoculair en monoculair dieptezien zonder twijfel een essentieel verschil bestaat, lijkt me de lijn door HELMHOLTZ [4]) b.v. tusschen afstands*waarneming* d. i. het directe zien als resultaat van gelijktijdige (sive binoculair) en afstands-*voorstelling*, door associatie van na elkaar verkregen gewaarwordingen (sive monoc.), toch te scherp getrokken.

---

1) Over het verlies in arbeidswaarde door het gemis aan één oog. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 1906, II. Nr. 7.

2) Invaliditeits-percentage wegens verlies van één oog. *Ned. Oogheelk. Gezelschap.* 1909, 11 Juli.

3) Oogverwondingen en Ongevallenwet. Dissertatie, Leiden 1909.

4) Handbuch der Physiol. Optik S. 30.

Uitsluitend gebonden aan het twee-oogig zien is de binoculaire dwarsdisparatie die, gecombineerd met het gevoel der convergentie, een machtige factor is voor het zien van afstanden.

Als verdere hulpmiddelen voor het dieptezien, die zoowel monoculair als binoculair gebruikt kunnen worden, vinden we genoemd voor dichtbij:

1°. de parallax d.i. de schijnverschuiving van twee voorwerpen op verschillenden afstand bij hoofdbewegingen; uit de snelheid dezer verschuiving kunnen conclusies gemaakt worden over den onderlingen afstand der voorwerpen.

2°. de accommodatie of de adaptatie van het oog voor den afstand van het voorwerp.

3°. de grootte van het netvliesbeeld.

4°. de verdeeling van licht en schaduw.

5°. het relief van 't oppervlak der voorwerpen.

Wel niet gebonden aan het optisch zintuig maar toch zeer belangrijk als bestanddeel van onze ruimtevoorstelling kunnen we nog noemen de tast-gewrichts-spierzin.

Behalve op het bewust worden van accommodatie en convergentie, die we voorloopig als directe zintuigwaarneming buiten

---

Bij het normale binoculaire zien, zijn de beide bliklijnen altijd op eenzelfde objectief punt gericht, waarop tevens de aandacht gevestigd is; daarbij is vóór alles de localisatie der fovea indrukken een gelijke.

Alle punten, die in beide netvliezen op gelijken en gelijkgerichten afstand van de fovea liggen noemt men correspondeerend, omdat de beelden hier gevormd op dezelfde plaats in het gemeenschappelijk gezichtsveld gelocaliseerd, dus enkel gezien worden.

De reeks van meetkundige plaatsen buiten ons, die bij een zekere instelling, in beide oogen op correspondeerende punten afgebeeld worden, noemt men den horopter van het gefixeerde punt.

De buiten den horopter gelegen punten komen op niet correspondeerende of disparate netvlies-punten tot afbeelding en een gelijktijdige prikkeling van horizontale of dwarsdisparate netvlies-punten voert tot dubbelzien.

Deze dubbelbeelden worden gewoonlijk niet als zoodanig ervaren maar treden in 't bewustzijn als gewaarwording van diepte.

Dit dieptezien door middel van de z.g.n. dwarsdisparatie houdt op bij zeer ver gescheiden dubbelbeelden, waar nauwelijks de saamgehoorigheid herkend wordt.

beschouwing zullen laten, is de monoculus aangewezen uitsluitend op secundaire motieven; dat deze laatste echter ook door den binoculair ziende niet versmaad worden heeft STRAUB [1]) aangetoond voor den parallax, blijkt verder uit onze, later te beschrijven, proeven over lichteffect en dat een goed spiergevoel der convergentie en goed dieptezien niet als synoniem beschouwd mogen worden, zien we bij het onderzoek der vliegeniers.

WILLIAM H. DUDLEY [2]) onderscheidt in zijn „Perspective for Aviators" een terrestrial- en een aerial-perspective, waarbij alle aan de aarde gebonden ervaringsfeiten ontbreken. Hij meende in het meten der convergentie een middel te hebben om de geschiktheid voor aviateur te beoordeelen wat onjuist bleek te zijn want hij geeft één groep aspirant-aviateurs met normale convergentie (orthophorie met Reinolds optometer) en in hun getuigschrift: „slecht perpectief zien" waaruit blijkt, dat normale convergentie niet voldoende is voor „proper aerial perspective", terwijl een andere serie, theoretisch afgekeurden, waarschijnlijk door een handig gebruik maken van secundaire motieven een goed aerial perspective had.

Hoewel dus blijkt, dat ook de binoculair ziende secundaire motieven gebruikt, mogen we gerust aannemen, dat de werkzaamheid van deze associatieve factoren bij den monoculus, juist door de reductie der primaire haar hoogtepunt bereikt.

Van ervaringsfeiten in de gewone beteekenis van het woord

---

[1]) Prof. STRAUB: De plaats van het bewustzijn in de theorie van het zien. Pag. 14. Gaan wij langs een portret, dat den toeschouwer aanziet, dan blijft het ons aanzien terwijl we voortgaan. Het schijnt onze beweging met het hoofd te volgen. Een echte kop met drie afmetingen zou schijnverschuiving, parallax hebben vertoond. Dien indruk van verschuiving kan de schilder, die in twee afmetingen werkt, niet teweeg brengen. De parallax van den echten kop kwam niet tot bewustzijn. Het uitblijven der parallax is zóó hinderlijk, dat het tot de op zichzelf onaannemelijke gevolgtrekking dwingt, dat de geschilderde kop een echte beweging maakt, welke de verwachte schijnbeweging compenseert. Er zijn gronden om aan te nemen, dat deze parallax, die alleen als gevolgtrekking in het bewustzijn treedt, niet alleen *kan* worden gebruikt, maar in elk geval stelselmatig wordt gebruikt om afstandsverschillen waar te nemen.

[2]) Perspective for Aviators. *American Journal of Ophthaln.* 1919. Bd. II p. 119.

of van intellectueele overwegingen is hier wel geen sprake.

Deze associaties komen tot stand buiten het bewustzijn om tengevolge van de telkens terugkeerende inwerking van bepaalde sensorische prikkels op dezelfde wijze, als bewuste handelingen door lange oefening tot automatismen worden, en hare producten staan met dezelfde directe overtuigingskracht voor ons, als elke directe zintuigwaarneming.

Kunnen we echter bij het dieptezien wel spreken van directe zintuigwaarneming zooals de gewaarwording van licht en kleur b.v. is, waar zelfs het gebruik der z.g.n. primaire factoren grootendeels op ervaring berust?

Een leek op dit gebied kan niet dan met groote moeite dubbelbeelden waarnemen, terwijl afstand bepalen uit den stand dezer dubbelbeelden hem geen moeite kost: toch is 't eerste waarschijnlijk het primaire en het laatste resultaat van oefening en ervaring.

Waar hierbij van ervaring d. i. van psychische functies sprake kan zijn, bestaat de mogelijkheid voor individueele verschillen en als uitvloeisel hiervan is zeker te beschouwen, dat door de verschillende schrijvers het zwaartepunt verschillend gelegd wordt.

WUNDT[1]) b.v. hecht groote waarde aan den spierzin der convergentie, zoo vinden we bij hem „Daraus ist zu schlieszen, dasz es die intensiv abgestuften, in die Klasse der inneren Tastempfindungen (Gelenk u Muskelsinn) gehörenden Konvergenz Empfindungen sind, welche bei den angeführten binokularen Sehversuchen die Unterscheidung der Tiefendistanzen vermitteln und dasz sich bei den Augenmaszversuchen nach den gleichen Empfindungen die Genauigkeit der Distanzvergleichungen richtet."

HELMHOLTZ[2]) daarentegen zegt „Wegen der Unvollkommenheit mit der wir den Grad der Konvergenz beurtheilen" enz., en verder „Binoculare Tiefenwahrnehmung beruht nur auf der Verschiedenheit der Bilder und auf der Perception dieser Verschiedenheit."

---

1) Grundzüge der Physiol. Psychologie. 1910 Bd. II, p. 638.

2) Handbuch der Physiol. Optik. p. 801, 889.

En bij DONDERS[1]) lezen we weer „de bewuste inspanning tot convergentie doet ook over den absoluten afstand vrij nauwkeurig oordeelen."

Stellen we nu tegenover deze historische figuren eenige schrijvers van den allerlaatsten tijd (FRANKLIN, DUDLEY, EATON) dan zien we ook hier door den één grooten nadruk gelegd op „the efforts of convergence", terwijl de ander haar waarde bijna tot nul reduceert.

Groote overeenstemming heerscht hierin, dat ze het lichamelijken het dieptezien als „not purely ocular" beschouwen maar als associatieproduct van gezichtszin met tast- en spierzin (of the body in general).

Als uiting hiervan lezen we b.v. bij FRANKLIN[2]) „In other words, the senses of depth and solidity are neither essentially ocular, nor tactile, nor muscular in their nature, but are a psychic complex, outgrowing principally from the three other senses but embracing in addition other mental reactions to bodily experience."

We zien hier een waardeverschuiving naar het monoculaire dieptezien, misschien te beschouwen als een nuttigheids-reactie op het in den oorlog toegenomen aantal monoculi, misschien gevolg van ervaringen, opgedaan bij de aviateurs.

Waar het binoculaire dieptezien reeds aanleiding geeft tot meeningsverschil is het begrijpelijk, dat ook over het monoculaire, welks samenstellende componenten nog ongrijpbaarder zijn, geen eenstemmigheid heerscht.

De vraag of de accommodatie en convergentie invloed hebben op het dieptezien van den monoculus wordt door sommige schrijvers (WUNDT, MAGNUS, PFALZ, REDDINGIUS, V. EYSDEN)

---

1) Versl. en mededeeling der Koninkl. Akad. van Wetensch. Afd. Natuurk. 1871, Deel VI. p. 18.

2) Stereoscopic and perspective vision. *Amer. Journal of Ophth.* 1918. Bd. II, p. 236.

EATON: Factors in stereoscopic vision and in the visual estimation of Distance. *British Journal of Ophth.* 1919, Bd. II. p. 63.

bevestigend beantwoord, terwijl andere (HELMHOLTZ, BOURDON, CORDS, STRAUB, ZEEMAN) in hoofdzaak hechten aan den monoculairen parallax.

Geven we thans een kort overzicht van de methoden, die aangegeven zijn, om de aanpassing aan de éénoogigheid te meten aan het individu zelf.

Zooals reeds werd opgemerkt is hierbij uitgegaan van physiologische feiten en theorieën en de nadruk gelegd op gebrekkig dieptezien als eenige oorzaak van invaliditeit.

In verband met ons eigen onderzoek is het wel interessant hierbij te laten zien, dat men zich niet slechts tot het dieptezien als onderdeel van het „zien" bepaald heeft, maar zelfs tot één component van het dieptezien n.l. tot de dwarsdisparatie resp. de parallax.

Om binoculair zien aan te toonen werden ongeveer gelijktijdig door HELMHOLTZ en HERING loodrecht hangende draden of staande staafjes gebruikt.

Deze drie-staafjes proef van HELMHOLTZ vinden we in zijn handboek beschreven, terwijl HERING haar niet gepubliceerd heeft maar wel als college-proef gebruikte.

Hoewel deze staafjes-proef zoowel aan HELMHOLTZ als aan HERING diende om de nauwkeurigheid aan te toonen van het dieptezien door middel van de dwarsdisparatie, kunnen we haar toch beschouwen als den oorsprong van de meetmethoden voor het monoculaire dieptezien.

Immers de HERING'sche drie-staafjes proef in 1905 door HUMMELSHEIM gedemonstreerd en aanbevolen voor het onderzoek naar 't dieptezien bij arbeiders met oogletsels, werd door PFALZ als basis gebruikt voor zijn, eenige jaren later gepubliceerde, stereoskoptometer. PFALZ[1]) spreekt van „verbessertes

[1]) Ein verbesserter Stereoskoptometer zur Prüfung des Tiefenschätzungsvermögens. *Kl. Monatsbl. für Augenheilk.* 1907, Bd. 45 p. 85.
Zur Stereoskoptometrie. *Kl. Monatsbl. f. Augenheilkunde* 1912, p. 102—105.

Stereoskoptometer" omdat hij reeds in 1898 een eenvoudig toestelletje, Stereoskoptometer of Winkelstäbchen-Versuch, aangeraden had tot meting van het dieptezien.

De wijzigingen door PFALZ aangebracht laten in zekeren zin het principe intact; bij HERING werden de beide buitenste staafjes met het middelste in één frontaal vlak gebracht, terwijl PFALZ de twee buitenste stabiel latend, het middelste verschuift; dat PFALZ hoofdbewegingen toestaat kan niet als een principieele verandering beschouwd worden, want zonder deze heeft het toestel, althans voor monoculaire bepalingen, geen waarde.

De stereoskoptometer (Winkelstäbchen-Versuch) bestaat uit twee rechthoekig gebogen staafjes, die verschuifbaar zijn in voor-achterwaartsche richting op een horizontaal vlak; de beide horizontale einden uitloopend in ivoren kogeltjes staan in een frontaalvlak naar elkaar toegekeerd; de onderlinge afstand der staafjes is 9 cM., die der kogeltjes 1.5 cM.

Voor elke waarneming wordt een der staafjes 3 à 4 cM. naar voor of achter geschoven en de proefpersoon krijgt de opdracht door middel van een schroef, deze zóó te stellen dat de kogeltjes precies tegenover elkaar staan.

De verbeterde stereoskoptometer (Dreistäbchen-Versuch) heeft drie verticale staafjes, die boven eindigen in verschillend gekleurde ivoren kogeltjes; ze staan in een frontaal vlak 50 cM. van den proefpersoon af terwijl het middelste door een schroef in voor-achterwaartsche richting verschuifbaar is.

Het onderste gedeelte der staven is door een scherm onzichtbaar voor den onderzochte, terwijl hun onderlinge afstand 4.5 cM. is.

Vóór de waarneming wordt het middelste staafje door den onderzoeker voor of achter het vlak der twee andere gebracht en de opdracht luidt, het middelste kogeltje te brengen in het vlak der beide buitenste.

Om duidelijk te maken, dat deze driestaafjes-proef zeer exclusief werkt, d.w.z. maar één der vele hulpmiddelen voor het

monoculaire dieptezien raakt, wil ik citeeren wat HELMHOLTZ [1]) daarover zegt:

„Ich habe noch einige Versuche angestellt über den Grad von Genauigkeit, der in der stereoskopischen Vergleichung der beiden Netzhautbilder erreicht werden kann. Zu dem Ende habe ich drei gleiche Nadeln senkrecht befestigt an dem Ende dreier vierkantiger kleiner Holzbalken, diese nebeneinander auf einen ebenen Tisch gelegt, so dass sich die drei Nadeln neben einander in Abständen von je 12 mM. und nahehin in derselben Ebene befanden.

Ich stellte mich dann so auf, dass meine Augen sich in oder etwas unter der verlängerten oberen Ebene der drei Bälkchen befanden, und ich also die drei Nadeln sah, ohne die Begrenzungslinie desjenigen Endes der Holzbalken sehen zukönnen, an welchem die Nadeln befestigt waren. Die Entfernung meiner Augen von den Nadeln betrug 340 mM.

Unter diesen Umständen konnte ich nur mittels der Vergleichung der beiden Netzhautbildern erkennen, ob die Nadeln genau in einer verticalen Ebene sich befanden oder nicht.

Wenn eine Nadel um ihre eigene Dicke ($^1/_2$ mM.) vor oder hinter die Ebene der andern getreten war, war dies mit vollkommener Sicherheit zu erkennen.

Man kann unter diesen Umständen leicht berechnen, um wieviel das Bild der mittleren Nadel verglichen mit den Bildern der beiden äusseren in dem einen Auge anders lag als in dem andern, wenn dieselbe $^1/_2$ mM. vor der Ebene der beiden andern sich befand."

Uit het voorgaande blijkt wel, dat HELMHOLTZ door deze proef wilde aantoonen met welk een fijnheid en nauwkeurigheid het afstand-zien door middel van disparate netvliesbeelden mogelijk is (Stereoskopische Unterschiedbarkeit der Tiefendistanzen).

Letten we niet op het verschil in tijd, dan kunnen de dwars-

[1]) *Handbuch der physiol. Optik.* p. 790.

disparatie van den binoculair ziende en de parallax van den eenoogige (d. i. successieve dwarsdisparatie) als aequivalenten beschouwd worden en een methode tot meting van het monoculaire dieptezien, die berust op de idee van HELMHOLTZ—HERING, meet dus alleen het dieptezien, voorzoover dit tot stand komt door den parallax; alle verdere hulpmiddelen worden hierbij verwaarloosd.

Dat de schijnbare grootte der kogeltjes bij het toestel van PFALZ zoo'n groote rol speelt als CORDS [1]) beweert lijkt me, waar het gaat over zulke kleine afstanden (1—3 cM.) zeer onwaarschijnlijk. Om dezen invloed uit te schakelen en tevens dien van de belichting, raadt hij aan kogeltjes van verschillende grootte, nog liever verschillende staafjes (b.v. breinaalden van verschillende dikte) te nemen en de proef te doen „am besten gegen dem Himmel oder eine künstliche Lichtquelle",

Waar CORDS [2]) zegt „die Gewöhnung ist nicht allein eine optische, sondern auch Berührungs- und Lage-Empfindungen spielen dabei eine Rolle" handelt hij zeer inconsequent door een proef op te stellen, waarbij uitsluitend de monoculaire parallax onderzocht wordt en verder alles, ook de schijnbare grootte, wegvalt.

De stereoskoptometer van PFALZ heeft veel kritiek uitgelokt. WOLTERS, [3]) CORDS [4]) en BARDENHEUER, SCHWEITZER, [5]) HERTEL en RÜBEL [6]) laten zich in negatieven zin uit, ZUR NEDDEN

1) Bemerkungen zur Untersuchung des Tiefenschätzungsvermögens. *Zeitschr. f. Augenheilk.* 1912. Bd. XXVII, p. 346.

2) Der Einflusz der parallaktischen Verschiebung auf die monokulare Tiefenwahrnehmung. *Kl. Monatsbl. f. Augenh.* 1913. Bd. LI, p. 421.

3) Einiges über die Bewertung der Einäugigkeit und der Gewöhnung an die Einäugigkeit in forensischer Hinsicht. Inaug. Dissertatie Rostock, '09.

4) Bemerkungen zur untersuchung der Tiefenschätzungsvermögens. *Zeitschr. f. Augenheilk.* 1913. Bd. XXX.

5) Ueber die Grenzwerte des Tiefenschätzungsvermögens bei der Untersuchung mit dem Pfalz'schen stereoskoptometer. v. GRAEFE's *Archiv f. Ophth.* Bd. LXXXVI p. 305.

6) „Sitzungs ber. Verein Südwestd. Augenärzte" (Dec. 1913 Straatsburg). *Kl. Monatsbl. f. Augenheilk.* 1914. Bd. I, p. 114.

is wel tevreden, terwijl PERLMANN het alleen als qualitatieve methode van onderzoek prijst. CORDS en BARDENHAUER vonden, dat bij het eerste onderzoek de sedert langen tijd éénoogige geen betere instelling maakt dan de tijdelijk éénoogig gemaakte binoculus. Wordt het onderzoek eenige keeren met korte tusschenpoozen herhaald, dan treedt een goede instelling op, ook zonder dat het monoculaire zien gedurende jaren toegepast is, zoodat gewenning aan het apparaat niet te onderscheiden is van de echte gewenning aan den éénoogigen toestand. Ze raden sterk af conclusies te trekken over de mate van aanpassing, uit het resultaat van dit onderzoek.

SCHWEITZER keurt het af als meetapparaat; hij kan geen aangrijpingspunten vinden noodig voor het vaststellen van een normale grenswaarde bij den aanvang der éénoogigheid, zoodat een uitgangspunt ontbreekt.

Wat is de oorzaak, zoo vraagt hij, dat de een direct een zeer lage instellingsfout maakt, de ander een hooge? Waar dit niet aan te toonen is, bevredigt hem het toestel niet. Ook kan door gewenning aan het apparaat zelfs bij oudere individu's, een vrij snelle verbetering in de opgaven optreden.

HERTEL vindt na eenige uren soms al gewenning aan het apparaat; intelligentie en oplettendheid blijken dus belangrijker factoren te zijn dan de tijd, RÜBEL laat zich uit in denzelfden geest; de verbetering aan het toestel treedt vaak op in zoo'n korten tijd, dat er nog geen sprake kan zijn van gewenning aan den éénoogigen toestand bij het werk. Persoonlijke aanpassing en intelligentie spelen een te groote rol; simulatie is niet tegen te gaan. Wel aardig is zijn opmerking over het moment-schatten waar hij zegt „Derjenige wird dabei die besten Zeiten und Resultate erzielen, der am schnellsten und ausgiebigsten pendelnde Kopfbewegungen ausführen kann"; dus hoofdmotief de parallax.

De gewenning aan het apparaat vindt PERLMANN [1]) niet zoo

[1]) Ueber die Gewöhnung an die Einäugigkeit und ihren Nachweis. *Zeitschr. f. Augenheilk.* 1915. Bd. XXXII, p. 244.

belangrijk; ze is makkelijk te voorkomen door met groote tusschenpoozen te onderzoeken en kan zelfs gebruikt worden als een waardevol teeken, dat de éénoogige „sich mit seiner Schädigung abzufinden versteht".

Toch keurt ook hij de stereoskoptometrie als quantitatieve methode af.

Hoewel sceptisch staande tegenover de meting is PERLMANN zeer optimist wat betreft het monoculaire dieptezien; hij zegt „zelfs beroepen waarbij momentaan schatten van afstanden noodig is, zijn voor den monoculus toegankelijk".

Behalve de methode van PFALZ vinden we eenige jaren later een apparaat aangegeven door PERLIA[1]) en „vereinfachtes Stereoskoptometer" genoemd. Ondanks z'n eenvoudige constructie is dit ruimer van opvatting.

Terecht merkt PERLIA op, dat het onderzoek praktisch moet aantoonen, of de getroffene na het ongeval nog in staat is de voorwerpen waarmee hij moet werken, met de noodige zekerheid en snelheid te grijpen resp. te treffen. En zoo zien we dan bij dezen stereoskoptometer van PERLIA een nieuwen factor meewerken n.l. de proprioceptoren van de bovenste extremiteiten, tast-spier-gewrichts-zin, de allerprimairste elementen van onze ruimtevoorstelling. Het toestel is zeer eenvoudig; aan twee evenwijdige metalen draden (als rails), 60 cM. lang, is een makkelijk beweegbare schijf aangebracht, waarop concentrische ringen op centimeter afstand aangegeven zijn. Deze schijf draagt in het middelpunt een loodrecht staafje, 10 cM. lang en boven eindigend in een knop.

Aan het uiteinde der rails naar de proefpersoon toe bevindt zich een scherm, terwijl aan den onderkant een handvat bevestigd is.

De proefpersoon houdt het apparaatje zóó in de hand, dat

---

[1]) Ein vereinfachtes Stereoskoptometer. *Kl. Monatsbl. f. Augenh.* 1911, Bd. IL, p. 492.

zijn oogen langs den bovenrand van het scherm naar het knopje gericht zijn; met de andere hand moet hij dan, met een eveneens geknopt staafje, van boven af het gefixeerde aanstooten, Op deze wijze wordt het handwerk van smid of timmerman nagebootst.

Op de schijf kan men aflezen hoeveel hij naast het staafje stoot, de fout dus in centimeters bepaald worden. Dit eerste onderzoek „Stosz und Tastversuch" wordt gevolgd door een tweede, waarbij de onderzoeker het vrije staafje hanteert; de proefpersoon moet nu aangeven, hoe het vrije staafje gehouden wordt ten opzichte van het door hem zelf gefixeerde en de contrôle door middel van zijn proprioceptoren valt hier dus weg.

De bezwaren tegen dit toestelletje gemaakt zijn over 't algemeen dezelfde als tegen PFALZ z'n stereoskoptometer en het gebruik van het tast-grijp-orgaan wordt door den een veroordeeld, door den ander geprezen, alnaarmate het dieptezien vraagstuk als zuiver optisch beschouwd of meer algemeen zintuigelijk opgevat wordt.

In de meer of minder goed ontwikkelde coördinatie tusschen arm en handbeweging ziet CORDS b. v. een bron van grove fouten, „wird trotzdem gut gezielt, so ist natürlich auch das Tiefenschätzungsvermögen gut, während aus einem schlechten „Zielen" ein umgekehrter Schlusz nicht gezogen werden darf".

Men kan zich natuurlijk voorstellen, dat het zuiver optische dieptezien wel goed is, maar dat de vaardigheid noodig voor het juiste aanstooten ontbreekt.

We krijgen echter voor dit onderzoek altijd personen, die in hun werk door een ongeval getroffen zijn en van wie dus verondersteld mag worden, dat ze dusdanige eenvoudige handgrepen als PERLIA vraagt, wel dagelijks toegepast hebben. Maken ze dus fouten, dan mag dat wel degelijk beschouwd worden als een uiting van slecht afstandschatten.

PERLIA stelde zich voor bet absolute dieptezien, d.i. de afstandswaarneming van individu zelf tot het object, te onderzoeken in

tegenstelling met PFALZ, die het relatieve dieptezien, of afstand schatten tusschen twee voorwerpen, bepaalde.

Het onderzoek met PERLIA's apparaatje zal echter makkelijk ontaarden in een relatieve dieptebepaling doordat de proefpersoon beide staafjes te zien krijgt.

Om aan dit bezwaar te ontkomen construeerde PERLIA z'n spiegelstereoskoptometer, bestaande uit een spiegel (6 × 11 cM.), die in een frontaal vlak aangebracht, in voor-achterwaartsche richting verschuifbaar is; op 25 cM. voor den spiegel is een teeken aangebracht. De proefpersoon moet nu, het spiegelbeeld van dit teeken fixeerend, met z'n rechterhand achter den spiegel dezen afstand aangeven. Bizondere vaardigheid is hiervoor niet noodig en de ageerende hand met het staafje verdwijnt achter den spiegel, zoodat de afstand tusschen de twee voorwerpen, teeken en staafje, niet gezien wordt.

In het midden latend wat praktisch belangrijker is, de absolute of de relatieve afstandsbepaling, lijkt me, dat bij deze laatste proef door het werken met een spiegelbeeld, wel een zeer hooge eisch gesteld wordt aan het proprioceptieve systeem.

Behalve deze twee toestellen, die uitvoerig en systematisch beschreven gepubliceerd zijn, wordt zoo terloops hier en daar nog een of andere methode vermeld, door verschillende oogartsen in gebruik. Ze alle uitvoerig te beschrijven lijkt me overbodig, daar ze in principe terug te voeren zijn tot PFALZ of PERLIA.

Zoo heeft JUNG b.v. lang vóór de publicatie van PERLIA eenzelfde beginsel gebruikt; hij laat den patient een formulier onderteekenen en zorgt, door hem een bijna leegen inktpot aan te bieden, dat dezelfde manipulatie, n.l. de pen in den inktpot brengen, eenige keeren achter elkaar uitgevoerd wordt, dus een Tast-stosz-versuch maar veel ongedwongener dan bij PERLIA en dus minder toegankelijk voor simulatie.

In de Nederlandsche literatuur over dit onderwerp vinden we, wat betreft meetmethoden, niet veel.

STRAUB[1]) beschreef een monoculaire stereoscoop (stroboscoop) waarmee men door middel van den parallax, met één oog ziende de gewaarwording krijgt van drie afmetingen, dus niet alleen monoculair diepte-, maar zelfs monoculair lichamelijk-zien.

VERWEY[2]), die als CORDS proeven deed waarbij angstvallig alles uitgesloten werd behalve de parallax, kwam tot de conclusie, dat deze onder de beste omstandigheden nog een minderwaardig surrogaat is voor de horizontale disparatie.

SCHOUTE[3]) heeft nagegaan in hoeverre het binoculaire diepte-zien afhankelijk is van de gezichtsscherpte; hij bepaalde den kortsten afstand tusschen twee loodrechte draden, die door personen met normale gezichtsscherpte op beide oogen nog waargenomen werd. Dit afstandswaarnemen gebeurde alleen door dwarsdisparate netvliesbeelden, daar door fixatie van het hoofd, de parallax buiten werking gesteld was.

Uit bepalingen bij personen met eenzijdig resp. beiderzijdsch verminderde visus bleek, dat de afstandswaarneming wel afneemt met de gezichtsscherpte maar toch altijd veel beter is dan men hieruit zou verwachten.

In een artikel van ZEEMAN[4]) over „het zien van den eenoogige" vinden we wel geen nieuw apparaat, maar toch een andere wijze van meting aangegeven dan PFALZ of PERLIA.

Volgens HELMHOLTZ is het monoculaire diepte-zien een diepte-voorstelling, d.w.z. het associatie product van eenige na elkaar verkregen waarnemingen, dus een vergelijken met herinneringsbeelden, terwijl de binoculair ziende, gelijktijdige waar-

---

1) Ueber monokulares körperliches Sehen nebst Beschreibung eines als monokulares Stereoskop benutzten Stroboskopes. *Zeitschr. f. Psych. und Physiol. der Sinnesorgane* 1904. Bd. XXXVI p. 431.

2) Het zien van diepte door middel van monoculaire parallax. *Ned Tijdschr. v. Geneesk.* 1909, Bd. II.

3) Het binoculair zien. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 1910, d. I.

4) Das Sehen des Einäugigen. *Kl. Monatsbl. für Augenh.* 1912, Bd. 14, p. 657.

nemingen heeft. Deze laatste moet dus volkomener maar vooral ook sneller kunnen schatten. Nu is het mogelijk, dat door oefening de monoculus een grootere handigheid krijgt in het schatten en dat de tijd daarvoor noodig korter wordt.

Dezen gedachtengang volgend, heeft ZEEMAN nagegaan in hoeverre de snelheid der waarneming misschien als maat zou kunnen dienen voor het verkregen diepte-zien.

Deze vraag kan op twee wijzen gesteld worden; we kunnen n.l. den tijd bepalen noodig voor een zekere nauwkeurigheid van dieptezien of wel, de nauwkeurigheid bepalen, die in een gegeven tijdsduur bereikt kan worden. Bepaald werd de kortste tijd, noodig voor een nauwkeurige waarneming.

Het is weer de bekende driestaafjes-proef; van drie lange naalden, die op 50 cM. van den proefpersoon opgesteld waren, werd voor elke waarneming de middelste 3 à 5 cM. naar voor of achter verplaatst. De naalden waren gelijk van hoogte en dikte zoodat ook de schijnbare grootte der voorwerpen gebruikt kon worden voor de afstandsbepaling.

Het tijdsverschil tusschen de binoculaire bepaling en de monoculaire bleek wel heel groot te zijn; normaal binoculair ziende kon in $^1/_{200}$ sec. reeds een nauwkeurige bepaling gedaan worden, terwijl deze na afsluiting van een oog voor dezelfde waarneming minstens $^1/_2$ sec. noodig was.

Lange duur der eenoogigheid had geen invloed op de snelheid der bepaling, wel echter de intellectueele ontwikkeling.

Ook ZEEMAN komt tot de conclusie, dat er meer sprake is van een schatting van het intellect dan van het dieptezien en dat de toename in het dieptezien na eenigen tijd, niet te onderscheiden is van gewenning aan het apparaat.

Deze staafjes-proeven, waarmee als zuiver optische functie voornamelijk de dwarsdisparatie resp. de parallax onderzocht wordt, hebben dus geen praktisch nut gehad.

*

Het vraagstuk der invaliditeits-schatting heeft echter nog altijd een maatschappelijke beteekenis en de groote behoefte aan een quantitatieve maat, die ondanks schijnbare belachelijkheid alle vroegere pogingen verklaarde, geeft ook ons den moed dit probleem opnieuw onder de oogen te zien.
De oorzaak van het falen dezer methoden kan gelegen zijn in de groote moeilijkheid van het vraagstuk en dit aannemende zou men geneigd kunnen zijn, het als onoplosbaar ter zijde te schuiven.

Het is echter ook mogelijk, dat men zich bij de behandeling dezer vraag op een verkeerd standpunt geplaatst heeft.

Bij de zóó samengestelde functie van ons gezichtsorgaan zich te beperken uitsluitend tot een onderdeel van het dieptezien, pleit niet voor een breede opvatting. En nog eenzijdiger schijnt deze opvatting als we nagaan, wat we onder „gewenning aan den éénoogigen toestand" hebben te verstaan en ons daarbij realiseeren den grooten invloed van het intellect, dat door allerlei combinaties en associaties zeer verschillende reservetroepen weet te gebruiken.

Een intelligente éénoogige zal zich aanpassen aan den nieuwen toestand en hij zal, physiologische theorien ten spijt, zonder moeite afstanden weten te schatten.

Logisch voortredeneerende zou men dus kunnen zeggen, dat elk toestel waarmee de intelligentie gemeten kan worden, ook geschikt is om de aanpassing te meten.

De vraag wordt echter den ophthalmoloog voorgelegd en deze zal als zoodanig steeds geneigd zijn de oplossing te zoeken in de richting van het optisch zintuig, in elk geval geneigd zijn dit als uitgangspunt te kiezen.

Een methode, die zich niet bindt aan onze steeds nog elementaire kennis der physiologie, maar die uitgaat van de eenvoudige waarneming der verschillen tusschen het één- en het twee-oogig zien, belooft toch ruimer en objectiever te zijn. Men kan zich dan afvragen, hoe de monoculus de buitenwereld ziet, met welke

snelheid en nauwkeurigheid hij de voorwerpen waarneemt, hoe ze zich aan hem voordoen naar helderheid of kleur, naar grootte en vorm, hoe ze naar richting en afstand hem verschijnen; eindelijk met welke zekerheid en standvastigheid deze waarnemingen verricht worden.

Vergelijken we op deze wijze den eenoogige met den binoculair ziende, dan is het denkbaar, dat er door den eerste fouten gemaakt worden, ja zelfs dat de grootte dezer fouten bij benadering een maat verschaft voor den graad der stoornis, die hij ondervindt.

Daar er voor zoover ons bekend, in deze richting nog niet gewerkt is, hebben we getracht een vergelijkende studie te geven van het één- resp. twee-oogig zien, daarbij gebruik makend behalve van eigen ook van vroegere onderzoekingen (ZEEMAN, ASCHER).

Vergelijken we bepaalde onderdeelen van „het zien" bij binoculi en monoculi, dan zijn we ook hier weer gedwongen ons een schema te scheppen en dit schema volgende, blijkt tevens een zekere beperking onvermijdelijk.

In het boven reeds genoemde artikel van Prof. ZEEMAN vinden we gegevens over de scherpte en de helderheid der beelden en over de nauwkeurigheid van fixeeren, terwijl de snelheid van waarnemen, resp. van instellen (acc., conv.) door ons bepaald werd.

Tot slot zullen we dan geven een onderzoek naar de grootte en vorm, waarin de voorwerpen zich voordoen en waarbij we steunden op proeven door ASCHER verricht; hierbij deed zich een zeer eigenaardig verschil voor tusschen de waarnemingen van den monoculus en die van den normaal binoculair ziende, waarvoor een verklaring te vinden niet makkelijk bleek.

We hebben dit verschijnsel trachten te analyseeren in de hoop hierin het gezochte, voor meting geschikte, monoculaire kenmerk te vinden.

Of we hierin geslaagd zijn? de uitkomsten der proeven zullen het aantoonen.

TWEEDE GEDEELTE.

SNELHEID VAN WAARNEMEN.

Wie dagelijks bij vele patienten de gezichtsscherpte bepaalt, hem moet opvallen, dat dit in zeer verschillend tempo gebeurt; de een leest vlot en vlug, terwijl de ander zeer langzaam en met moeite de letters als 't ware ontcijfert. Tot de laatsten behooren in de eerste plaats de geheel of gedeeltelijk analphabeten en gebrekkig onderwijs geeft hier de verklaring, maar behalve deze bestaat er toch nog een groot individueel verschil.

De oorzaak van deze traagheid kan natuurlijk een cerebrale zijn d.w.z. het langzaam verwerken van prikkels, ze kan echter ook gezeteld zijn in het recipieerende orgaan zelf. Soms treft het ons b.v., dat er monoculair met moeite gelezen wordt maar dat bij vrijlaten van het tweede oog, de reactie veel sneller verloopt en hier mogen we de localisatie zonder aarzelen peripheer zoeken. Behalve bij astigmaten en hypermetropen zien we dit verschijnsel ook wel bij emmetropen en waar ons normale zien „binoculair zien" is, kunnen we voor deze groep het makkelijker richten der gezichtslijnen, als beide oogen samenwerken, gereedelijk als verklaring aannemen.

Voor den sedert eenige jaren éénoogige is deze wijze van zien de normale geworden en het leek ons wel de moeite waard, zijn snelheid van waarnemen te vergelijken met die van den tweeoogige.

We hebben voor dit onderzoek bij acht personen, (vier binoculi en vier monoculi) de snelheid van zien bepaald d.w.z. den kortsten tijd waarin acies visus = 1 bereikt werd; bij de binoculi is dit zoowel monoculair als binoculair nagegaan.

Als optotypen gebruikten we hierbij de haken van SNELLEN, terwijl door middel van een valapparaat de duur der verlichting geregeld werd. Behalve op 5 M. afstand, zooals bij het gewone

klinisch onderzoek gebeurt, hebben we ook op korten afstand deze bepalingen gedaan.

Hierbij hebben we echter rekening te houden met een factor, die op grooten afstand ontbreekt; immers, voor acies visus = 1 op 25 cM. is noodig een accommodatie van 4 dioptrien; we meten dus op dezen afstand behalve de snelheid van waarnemen ook de snelheid van accommodeeren.

Om aan dit bezwaar tegemoet te komen hebben we vlak boven het leesobject een zwak lichtend puntje (toran) ter fixatie aangebracht, hopende hierin een voldoenden prikkel tot instellen en accommodeeren te hebben.

Als we mogen aannemen, dat acies visus = 1 op 5 M. en op 25 c.M. afstand in denzelfden tijd bereikt kan worden en theoretisch is hiertegen geen bezwaar, dan blijkt uit het resultaat der proef, dat de accommodatie toch nog ontspannen werd.

We willen echter de snelheid van waarnemen vergelijken bij binoculi en monoculi, niet de snelheid van eenzelfde individu op 5 M. en op 25 c.M. en we kunnen dus de waarde op deze afstanden van de eerste, vergelijken met dezelfde waarde van de tweede groep.

Inrichting der proef.

De optotypen (haken van SNELLEN) werden gehouden tegen een transparant scherm, dat op een bepaalden, constanten afstand van de lichtbron stond.

Daar bij de eerste bepalingen de proefpersoon zich op 5 M. afstand van het scherm bevond, bij de tweede op 25 c.M., moest rekening gehouden met de mate van verlichting.

Uit onderzoekingen van HULSHOFF POL [1]) weten we, dat bij een hooge lichtintensiteit verandering in de sterkte der verlichting een te verwaarloozen invloed heeft op de gezichtsscherpte en zoo hebben we, om den invloed van het afstands-

1) Over verlichting van fijnen arbeid. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 1917, Bd. II. No. 13.

verschil tot het verlichte scherm uit te schakelen, een lichtbron gebruikt van 200 M. K. Voor deze korte verlichtingen hebben we gebruik gemaakt van een valapparaat en wel zóó, dat de hoogte van den val, den tijd der verlichting aangaf $\left(t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \right)$[1])

De maximum valhoogte was 150 c.M., de langste verlichtingstijd dus $\pm$ 0.55 sec., wat voor sommige personen te kort bleek te zijn om visus = 1 te bereiken.

De proefpersoon, op 5 M. afstand van het te verlichten scherm gezeten, heeft zijn aandacht op het scherm te concentreeren (toran) en geeft, om niet verrast te worden, zelf het oogenblik van verlichting aan.

De haken werden door den onderzoeker in verschillende standen gehouden en gevraagd werd aan te geven, naar welken kant de haak geopend was.

Bij bepalingen als deze doet zich een verschijnsel voor, dat we latente periode zouden kunnen noemen en waarmee dan bedoeld wordt de tijd, die verloopt tusschen het einde der verlichting en het bewust worden van den prikkel, hier de stand der haken.

Voor absolute bepalingen zou noodig zijn den tijd te meten, vanaf het begin der verlichting, tot het bewust worden van den prikkel d.i. het uitspreken van een oordeel. Deze fout, die misschien wel individueele kenmerken zou aantoonen is moeilijk uit te schakelen, zonder dat weer andere insluipen en daar we ons hier bezig houden met vergelijkende bepalingen, een absolute maat dus niet noodig hebben, stellen we ons tevreden met het meten van den prikkelduur. We verwaarloozen op deze wijze zoowel den invloed van het nabeeld der retina als het verwerken van den prikkel.

Daar we bij den aanvang der proef geen voorstelling hadden

---

[1]) Uit de formule $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ volgt voor: h = 10 cM., t = 0.14 sec.; h = 50 cM.. t = 0.32 sec.; h = 100 cM., t = 0.45 sec,; h = 150 cM., t = 0.55 sec. Bij photografische registratie bleken deze tijden te zijn resp. 0.057 sec., 0.24 sec., 0.37 sec., 0.47 sec., dus bij elke valhoogte 0.08 sec. korter.

van de snelheidsmogelijkheden, werd de eerste reeks bepalingen begonnen met een valhoogte van 10 c.M., (± 0.14 sec.) waarbij op 5 M. afstand in verschillende volgorde de optotypen voor visus = $^1/_{10}$, $^1/_3$, 1 elk acht keer aangeboden werden.

Afstand 5 M.

Monoculi.

	Visus.						Duur der eenoogigheid.
Valhoogte	1	$^1/_3$	$^1/_{10}$				
10 cM. (0.06 sec.)	8—	8+	8+	de S.	36 j. v. $^6/_6$	refr. E	6 j.
	8—	8+	8+	K.	41 j. v. $^6/_6$ f.	refr. E-1	25 j.
	8—	8+	8+	N.	55 j. v. $^6/_6$	refr. E	36 j.
	8—	8+	8+	S.	42 j. v. $^6/_6$	refr. E	8 j.

Binoculi.

binoculair.	*monoculair.*		
8— 8+ 8+	8—	8+8+ B.	v. $^6/_6$ refr. E.
8— 8+ 8+	8—	8+8+ F.	v. $^6/_6$ refr. E.
8— 8— 8+	8—	8—8+ Mej. M.	v. $^6/_{18}$ refr. E.+1
8— 8+ 8+	8—6+2—8+	Zr. R.	v. $^6/_6$ refr. E.

In deze reeks dezelfde uitkomsten bij de twee groepen uitgezonderd een binoculus, die a. v. = $^1/_3$ niet bereikte.

Monoculi.

	Visus.			
Valhoogte	1	$^1/_3$	$^1/_{10}$	
100 cM. (0.37 sec.)	8+	8+	8+	de S.
	8—	8+	8+	K.
	8—	8+	8+	N.
	8—	8+	8+	S.

Binoculi.

binoculair.	*monoculair.*	
4+4—8+ 8+	4+4—8+ 8+	B.
8+ 8+ 8+	8+ 8+ 8+	F.
8— 8+ 8+	8— 8+ 8+	Mej. M.
8— 8+ 8+	8— 8+ 8+	Zr. R.

Weer weinig verschil; een klein voordeel aan den kant der binoculi, doordat een binoculus de helft der antwoorden goed aan gaf, de helft verkeerd.

Monoculi.

Visus.

Valhoogte.	1	1/3	1/10	
150 cM. (0.47 sec.)	8+	8+	8+	de S.
	4+4−	8+	8+	K.
	2+6−	8+	8+	N.
	8+	8+	8+	S.

Binoculi.

binoculair.			*monoculair.*			
8+	8+	8+	8+	8+	8+	B.
8+	8+	8+	8+	8+	8+	F.
8−	8+	8+	8−	8+	8+	Mej. M.
8+	8+	8+	8+	8+	8+	Zr. R.

Beschouwen we deze drie reeksen, dan valt ons tusschen de monoculi en de binoculi hoegenaamd geen verschil op; kleine individueele verschillen in de groep der eersten voorkomend, vinden we terug bij de tweede en bij deze valt ons weer weinig verschil op tusschen de binoculaire en de monoculaire bepaling.

Anders wordt dit echter bij de bepalingen op 25 c.M. afstand gedaan.

In de eerste reeks, d.i. bepaling met 10 c.M. valhoogte, wordt a. v. = 1/3 maar één keer bereikt; in de tweede reeks met 100 c.M. valhoogte treedt een duidelijk verschil op ten voordeele der binoculi, welk verschil in de laatste reeks sterk toeneemt.

Afstand 25 cM.

Monoculi.

Visus.

Valhoogte.	1	1/3	1/10	
10 cM. (0.06 sec.)	8−	8−	8+	de S.
	8−	8−	8+	K.
	8−	8−	8+	N.
	8−	8−	8+	S.

Binoculi.

binoculair.			*monoculair.*			
8−	8−	8+	8−	8−	8+	
8−	8−	8+	8−	8−	8−	
8−	8+	8+	8−	4+4−	8+	
8−	8−	8+	8−	8−	8+	

Monoculi.

Visus.

Valhoogte.	1	1/3	1/10	
100 cM. (0.37 sec.)	8−	8+	8+	de S.
	8−	8−	8+	K.
	8−	8−	8+	N.
	8−	8−	8+	S.

Binoculi.

binoculair.			*monoculair.*	
8−	8+	8+	8− 2+6−	8+ B.
8−	8+	8+	8− 8−	8+ F.
2+6−	8+	8+	8− 4+4−	8+ Mej. M.
8−6+2−		8+	8− 2+6−	8+ Zr. R.

Monoculi.

Visus.

Valhoogte.	1	1/3	1/10	
150 cM. (0.47 sec.)	8−	8+	8+	de S.
	8−	8+	8+	K.
	8−	8−	8+	N.
	8−	8+	8+	S.

Binoculi.

binoculair.			*monoculair.*	
8+	8+	8+	3+5− 8+	8+ B.
6+2−	8+	8+	2+6− 8+	8+ F.
8+	8+	8+	4+4− 8+	8+ Mej. M.
4+4−	8+	8+	8−4+ 4− 8+	Zr. R.

Geen der monoculi kon in dezen verlichtingstijd acies visus = 1 bereiken, terwijl twee binoculi binoculair alle acht keer den stand der haken goed aangaven, twee ongeveer de helft; monoculair wordt ook door de binoculi slechter waargenomen. In deze reeks treedt dus niet alleen een duidelijk verschil op tusschen de twee groepen, maar zonder uitzondering bij alle binoculi ook tusschen de binoculaire en de monoculaire bepalingen.

Uit het resultaat van deze proeven mogen we wel concludeeren, dat de één-oogige, wat betreft snelheid van zien op korten afstand, niet geheel gelijkwaardig is aan den normaal binoculair ziende.

Vooral de eerste monoculus pleit hiervoor, daar hij op 5 M.

afstand bij een valhoogte van 100 c.M. reeds alle acht keeren zonder eenige aarzeling acies visus = 1 bereikte, terwijl op 25 c.M. de stand der haken voor visus = 1 bij een langere verlichting (valhoogte 150 c.M.) nooit goed waargenomen werd.

We vinden een klein verschil bij de binoculi tusschen de snelheid binoculair en monoculair (1e > 2e), een groot verschil tusschen de binoculaire bepalingen der binoculi en de bepalingen der monoculi en we zullen trachten dit verschil te verklaren.

Een verklaring voor het verschil tusschen de binoculaire en monoculaire uitkomsten vinden we in het makkelijker instellen binoculair. De binoculair ziende heeft een sterken prikkel tot instellen in de dubbelbeelden, die optreden, zoodra de instelling onvoldoende wordt.

Verder zijn de verstrooiings-cirkels, die optreden zoodra de accommodatie onvoldoende wordt, niet volkomen identisch voor beide oogen, zoodat hierdoor bij binoculair zien de onvoldoende accommodatie eerder tot bewustzijn komt dan bij monoculair zien.

De convergentie of fixatie innervatie werkt op sensorische prikkels en deze kunnen alleen bestaan in het telkens verliezen der fixatie, de binoculair ziende verkeert hierbij in voordeeliger omstandigheden dan de monoculus; het niet ingesteld zijn zal door hem vlugger opgemerkt dus vlugger gecorrigeerd worden.

Ter verklaring van het verschil tusschen de monoculi en de monoculaire binoculi kan misschien de volgende psychische factor aangevoerd worden.

Als we bij deze proef bewust onze aandacht concentreeren op het fixeerpunt, dus willen convergeeren en accommodeeren en de verlichting volgt niet direct op het door ons gegeven teeken (b.v. door niet direct werken van het val-apparaat of door momentane traagheid van de persoon, die het bedient) dan blijkt meestal de instelling niet goed te zijn.

De aandacht, de opmerkzaamheid is over het algemeen zeer vluchtig en kan alleen door iets, dat ons werkelijk boeit, gedurende eenigen tijd op eenzelfde punt gericht worden.

HELMHOLTZ [1]) zegt naar aanleiding van den wedstrijd der gezichtsvelden. „Wenn man aber nicht einen bestimmten Zweck daran verbindet, der eine fortdauernde active Thätigkeit der Aufmerksamkeit bedingt, so ist es allerdings schwer die Aufmerksamkeit längere Zeit an eines der Figuren zu fesseln. Ein anhaltender Ruhezustand der Aufmerksamkeit ist ja auch unter anderen Verhältnissen kaum für einige Zeit zu unterhalten. Der natürliche ungezwängte Zustand unserer Aufmerksamkeit ist herumzuschweifen zu immer neuen Dingen, und so wie das Interesse eines Objectes erschöpft ist, so wie wir nichts Neues mehr daran wahrzunehmen wissen, so geht sie wider unseren Willen auf anderes über".

Het interesse voor de proef, dus ook de belangstelling voor het lichtende punt, is uit den aard der zaak bij onze binoculaire proefpersonen (artsen, verpleegsters) grooter dan bij de monoculi en de aandacht zal bij deze laatsten makkelijker afgeleid, de fixatie dus onvoldoende worden.

Uit een onderzoek van ZEEMAN en ROELOFS [2]) over den wedstrijd der contouren (omtrekken) is gebleken, dat actieve aandacht-concentratie alleen mogelijk is als er een motorisch element bijkomt. Bewust concentreeren van de opmerkzaamheid is alleen mogelijk als er lijnen waar te nemen zijn, dus alleen door middel van oogbewegingen; ontbreekt de motorische innervatie dan is de willekeurige bepaling van de aandacht niet mogelijk.

De motorische innervatie is bij beide echter gelijk en voor een physiologische verklaring is het door ons waargenomen verschil tusschen de monoculaire bepalingen der twee groepen niet vatbaar.

CANTONNET [3]) onderzocht een groot aantal (100) aspirant

1) *Handbuch der Physiol. Optik.* p. 920.

2) I. Ueber den Wettstreit der Konturen. ALBR. V. GRAEFE's *Archiv. Ophthalmologie.* 1919. Bd. IC. Heft I, p. 102.

3) L'examen de l'appareil visuel chez les candidats aviateurs. *Archives D' Ophtalmologie.* Tome XXXVI. No. VII. 1919.

aviateurs op de snelheid van zien en kreeg ongeveer dezelfde uitkomsten, die wij op 5 M. afstand verkregen.

Van deze 100 hadden: 14 > 1 sec. noodig (voor a. v. = 1)
: 48 = 1 „
: 35 = $^1/_2$ „
: 3 = $^1/_5$ „

We zien hier individueele verschillen, die bij ons, door 't kleine aantal niet zoo uitkomen; voor de vergelijking van twee groepen (binoculi en monoculi) is ons aantal echter groot genoeg daar ook bij CANTONNET de meeste personen vallen tusschen $^1/_2$—1 sec. voor visus = 1 op 5 M.

Onze monoculi hadden dus voor visus = 1 op 25 c.M langer tijd noodig dan de binoculi, terwijl ze bij de bepaling op 5 M. afstand, niet achterbleven in snelheid.

En al zijn we langs theoretischen weg tot een verklaring van dit verschijnsel gekomen, zoo lijkt me een praktische bevestiging hiervan nog wel gewenscht.

In het moeilijker fixeeren, dus in het ontspannen der accommodatie, die nauw verbonden is met de convergentie, vonden we een verklaring en we kunnen ons nu afvragen hoeveel tijd er noodig is voor visus = 1 op 25 c.M., als de accommodatie opzettelijk in meerdere of mindere mate ontspannen is.

Om deze vraag te beantwoorden hebben we de snelheid van accommodeeren bepaald voor verschillende afstanden en wel resp. van *5 M.*, d. i. van ongeveer volkomen ontspanning, van *2 M.*, d. i. van $^1/_2$ D en van *80 c.M.*, d. i. van $1^1/_4$ D tot 25 c.M. of 4 D.

Verder werd nog bepaald de snelheid der z.g.n. negatieve accommodatie nl. van 25 cM. op 5 M. (4 D → $^1/_5$ D).

We hebben getracht deze bepalingen ook bij eenige monoculi te doen, maar slaagden er niet in hen onze bedoeling duidelijk te maken; de proef is verder zeer subjectief, daar we niet kunnen controleeren, of de proefpersoon werkelijk instelt op het aangegeven punt en vraagt veel geduld, zoodat de uitkomsten alleen

betrouwbaar zouden zijn, als we het gemiddelde van een groot aantal waarnemingen konden nemen.

Het aantal monoculi voor deze proef beschikbaar was echter beperkt, zoodat we geëindigd zijn met twee binoculi, die beide in 0,55 sec. visus = 1 op 25 c.M. bereikt hadden.

Als fixatie-punt werd weer gebruikt een zwak lichtend voorwerp (toran) en de proefpersoon gaf als vroeger, zelf het oogenblik van verlichting aan.

Bij de eerste reeks plaatsten we het fixeerpunt op 5 M., de optotypen op 25 cM., de proefpersoon kreeg de opdracht het lichtende punt op 5 M. te fixeeren, zich goed te realiseeren wat er gemeten moest worden en op 't oogenblik dat de, door hem zelf aangegeven, verlichting begon zijn accommodatie in te stellen op 25 c.M. We vinden dan opgeteekend voor:

B	*Verlichting = 0.76 sec.*		*Verlichting 1.20 sec.*	
Visus = 1 op 25 cM.	*binoc.*	*monoc.*	*binoc.*	*monoc.*
5 M.→ 25 cM. ($3^4/_5$ D)	8—	8—	8+	8+
2 M.→ 25 cM. ($3^1/_2$ D)	5+3—	4+4—	8+	8+
80 cM.→ 25 cM. ($2^3/_4$ D)	5+3—	4+4—	8+	8+
F				
5 M.→ 25 cM. ($3^4/_5$ D)	8—	8—	8+	8+
2 M.→ 25 cM. ($3^1/_2$ D)	8—	8—	5+3—	6+2—
80 cM.→ 25 cM. ($2^3/_4$ D)	5+3—	2+6—	8+	8+

Bij deze beide proefpersonen was acies visus = 1 van 25 cM. → 5 M., in 0.76 sec. altijd positief.

De uitkomsten van deze proef hebben geen verdere bespreking noodig; twee binoculi, die voor acies visus = 1 op 25 c.M. afstand ruim een $^1/_2$ sec. verlichting noodig hebben, bereiken dezen visus bij geheel of gedeeltelijk ontspannen accommodatie pas in ruim 1 sec. De snelheid van accommodatie bij monoculi te bepalen zou volledigheidshalve wel gewenscht zijn, maar is niet noodzakelijk waar reeds bij den binoculus geen verschil blijkt te bestaan tusschen de binoculaire en de monoculaire bepalingen.

We hebben te doen met contractie van glad spierweefsel, die

veel trager verloopt dan de contracties van dwarsgestreepte, willekeurige spieren en op andere wijze; een stof die op het spierweefsel zelf inwerkt, z'n prikkelbaarheid verhoogt of verlaagt (myoticum, mydriaticum) zal z'n reactie-snelheid, z'n contractie-wijze misschien kunnen beinvloeden, andere factoren echter niet.

VOLKMANN is de eerste, die de snelheid der oogbewegingen bepaald heeft; hij ging na, hoe vaak in $^1/_2$ min. hij van het punctum remotum op het punctum proximum kon instellen en omgekeerd en kwam tot de conclusie, dat de accommodatie zeer langzaam verloopt, nauwkeurige bepalingen waren dit echter niet.

HENSEN en VÖLCKERS vonden, dat de contractie van den Musc. ciliaris langzamer plaats heeft dan de relaxatie, wat overeenkomt met onze uitkomsten

VIERORDT geeft cijfers, die met de onze ongeveer overeenkomen; hij vond voor de accommodatie tot het punctum proximum 1.18 sec., tot het punctum remotum 0.87 sec. noodig.

SCHMIDT—RIMPLER vond voor contractie en relaxatie eenzelfden tijd (n.l. 2.72 sec. P P en 2.44 sec. P R), evenals ANGELUCCI en AUBER. Deze laatsten gebruikten de verschuiving van het voorste lensbeeldje bij het zien van de verte op korten afstand als criterium, wel een mooie objectieve, maar zeer subtiele methode.

HESS [1]) prikkelde bij een pas geënucleëerd oog het corpus ciliare door middel van een electrischen stroom en vond een zeer langzame beweging van de processus ciliares.

Men krijgt bij deze proef dan ook de sensatie alsof de accommodatie achteraan komt; in een donker vertrek, het zwak lichtende punt op 5 M. fixeerend, stellen we ons voor den blik plotseling te richten op 25 c.M. (afstandsvoorstelling, psychische functie), tegelijkertijd wordt de voorgestelde beweging uitge-

[1]) Beiträge zur Kenntniss accomodativer Aenderungen im Menschenauge. *Archiv. f. Augenheilk.* Bd. LXV. Heft II, 1910.

LUCIANI: Physiologie des Menschen. Bd. IV, pag. 293.

voerd, we convergeeren (contr. dwarsgestr. spierw.) en eindelijk volgt als 't ware de accommodatie (contr. glad spierw.).

De accommodatie maakt den indruk een onwillekeurig gevolg te zijn van de convergentie; de afstandsvoorstelling valt samen met de voorstelling van de convergentie-beweging, dekt zich volkomen met den wil tot convergeeren, is haar oorsprong, terwijl de accommodatie haar gevolg is.

INOUYE, [1]) die de snelheid der positieve en negatieve convergentie beweging bepaalde vond, dat voor een convergentie van 1° (47′ 35″) tot ongeveer 12° een tijd noodig was van 0.18 sec. tot 0.26 sec.

De convergentie toename per dioptrie is normaliter ± 3.5°, zoodat een accommodatie van 4 dioptriën gepaard gaat met ± 14° convergentie; de uitkomsten van INOUYE (convergentie-snelheid) vergelijkend met de onze (accommodatie-snelheid) vinden we mijn subjectieve waarneming n.l. dat de convergentie sneller tot stand komt dan de accommodatie, bevestigd.

Volgens INOUYE zou de positieve convergentie sneller plaats hebben dan de negatieve.

---

[1]) Ueber die Geschwindigkeit der positiven und negativen Konv. Bewegungen. v. GRAEFE's *Arch. f. Opht.* Bd. LXXVII, p. 500, 1910.

NAUWKEURIGHEID VAN WAARNEMEN.

Om de nauwkeurigheid bij het fixeeren monoculair en binoculair te vergelijken werden door ZEEMAN proeven gedaan volgens een methode, aangegeven door KLARA GRIM (v. KRIES). Deze proef berust op de bekende ervaring, dat een rij van punten moeilijk te tellen is, bij een zeer kleinen onderlingen afstand.

Naarmate de onderlinge afstand afneemt, wordt het moeilijker den blik van het gefixeerde op het naaste punt te richten en bij een bepaalden te geringen afstand, is het tellen niet mogelijk. De beweging van den blik van het eene punt op het volgende, moet met groote nauwkeurigheid gebeuren daar de fout niet grooter mag zijn dan de halve afstand.

Terwijl nu de onderlinge afstand der punten gelijk bleef, werd de grootste afstand gezocht, waarbij geen fouten gemaakt werden; dit had plaats zoowel monoculair als binoculair, indien de punten gezien werden onder een hoekafstand van 5′ 9″ (onderlinge afstand der punten 9 m.M., afstand proefpersoon tot punten 6 M.).

SCHERPTE DER BEELDEN.

Wat de gezichtsscherpte betreft komt ZEEMAN langs theoretischen weg tot de conclusie, dat hierin geen verschil kan bestaan tusschen den binoculair ziende en den monoculus.

De scherpte waaronder de buitenwereld zich aan ons voordoet, is in hoofdzaak afhankelijk van de zuiverheid der optische afbeelding en van grootte en onderlingen afstand der netvlieskegels; waar deze in beide retinae in den regel gelijk zijn, is het niet waarschijnlijk dat ten opzichte der gezichtsscherpte tusschen één- en twéé-oogigen essentieele verschillen bestaan. De geringe

verschillen in gezichtsscherpte die tijdens het gewone klinische onderzoek bij monoc. en binoc. bepaling soms wordt aangetroffen, laat zich ongedwongen toeschrijven aan een zekere gemakzucht van den patient daar het instellen monoculair wat moeilijker is dan binoculair; misschien ook kunnen kleine klinische onvolkomenheden in de correctie, bij het twéé-oogig zien minder storend worden ondervonden.

HELDERHEID DER BEELDEN.

De helderheid der beelden zou monoculair minder zijn dan binoculair, indien er summatie plaats had van de lichtprikkels der beide retinae,

Volgens PIPER [1]) is dit wel het geval met de prikkeling der staafjes, niet met die der kegeltjes, zoodat de voorwerpen na eenig verblijf in donker den één-oogige minder helder zouden verschijnen dan den binoculus.

Latere onderzoekingen van ZEEMAN [2]) en ROELOFS hebben echter aangetoond, dat noch bij donker- noch bij licht-adaptatie summatie van prikkels bestaat, dat er dus in dit opzicht, zelfs met fijne physiologische methoden bepaald, gelijkwaardigheid bestaat,

Wel vonden zij de drempelwaarde voor lichtgewaarwording in beide adaptietoestanden binoculair lager dan monoculair en meenden zij in den invloed, dien het donkere veld van het gesloten oog op de helderheid van het andere uitoefent, een verklaring daarvoor te vinden, maar voor het zien van den sedert langen tijd een-oogige, is dit onbelangrijk.

1) Ueber das Helligkeitsverhältniss monokular und binokular ausgelöster Lichtempfindungen. Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane 1913. Bd. 32.

2) II. Beiträge zur binokularen Helligkeits-empfindungen. ALBR. V. GRAEFE's *Archiv. f. Ophth.* 1917. Bd. VIIIC. Heft IV, pag. 527.

*

GROOTTE EN VORM DER VOORWERPEN.

Hoe is het met de groote schatting van een- resp. twee-oogigen?

We hebben dit eerst nagegaan voor lineaire afmetingen, lijnen laten halveeren resp. verticaal en evenwijdig stellen, maar vonden in de uitkomsten geen aanleiding voor besprekingen of conclusies.

De eigenaardigheden door vroegere schrijvers hierbij gevonden, traden bij ons onderzoek niet aan den dag en we hebben toen oppervlakten laten vergelijken.

Om herinneringsbeelden uit te sluiten, hebben we dit onderzocht met willekeurig gekozen, onbekende voorwerpen.

Bij de beoordeeling van deze onbekende, op verschillende afstanden van elkaar geplaatste voorwerpen, vonden we nauwelijks verschil tusschen den een-oogige en den binoculair ziende.

Als we den nadruk leggen op de onbekendheid der voorwerpen, dan worden we door deze uitkomsten wel eenigszins verrast, immers het oordeel over de grootte van een bekend voorwerp, berust op de voorstelling, die we er van hebben, op het herinneringsbeeld, terwijl de grootte van een onbekend voorwerp uit de maat van den gezichtshoek en den afstand als directe waarneming bepaald wordt.

Moeten we de grootte van twee onbekende voorwerpen op verschillende afstanden van ons verwijderd, ten opzichte van elkaar vergelijken, dan heeft deze opdracht alleen kans van slagen, als de afstanden bekend of op de een of andere wijze te schatten zijn.

Ontbreekt de afstands-waarneming resp. voorstelling en hebben we dus één vergelijking met twee onbekenden, dan blijft niets anders over dan af te gaan op de grootte van het netvliesbeeld d.w.z. op de maat van den gezichtshoek.

Dit vraagstuk hebben we ter oplossing voorgelegd aan normaal binoculair zienden (binoc. en monoc.) en aan een-oogigen en de uitkomsten van beide groepen vergeleken.

Tusschen de grootte der voorwerpen om ons heen en den afstand, waarop we ze localiseeren, bestaat een eigenaardige verhouding n.l. deze, dat de schijnbare grootte der voorwerpen niet alleen afhankelijk is van den gezichtshoek waaronder, maar ook van den afstand waarop we ze zien.

Een voorwerp op korten afstand wordt onder een grooten gezichtshoek gezien en naarmate de afstand grooter wordt, neemt de gezichtshoek af, wordt het netvliesbeeld kleiner. Zien we nu dit voorwerp ook kleiner? Waar het geldt bekende voorwerpen luidt het antwoord op deze vraag ontkennend, want de betrekking, die gelegd wordt tusschen gezichtshoek resp. netvliesbeeld en afstand bestaat hierin, dat het voorwerp n.l. het bekende, op alle afstanden in dezelfde grootte gezien wordt.

Het bekende voorwerp zien we op grooter afstand niet kleiner doordat de waargenomen grootte zich verbindt met de afstands-voorstelling. Het kind, nog vreemd in de wereld der verschijningen, ziet eenzelfde voorwerp op verschilende afstanden verschillend groot overeenkomstig het netvliesbeeld; pas de ervaring geeft een voorstelling van de ware grootte, zoodat deze op verschillende afstanden vastgelegd wordt en een eenvoudige psychische functie, het weer herkennen, speelt de beslissende rol hierbij.

Door lange oefening en ervaring hebben we geleerd de schijnbare d. i. de waargenomen grootte, vergelijkende met de werkelijke, de bekende, den afstand waarop het voorwerp zich bevindt te schatten. Het wonderlijke hierbij is nu echter dit, dat omgekeerd bij een constant groot netvliesbeeld de afstandsvoorstelling invloed heeft op de schijnbare, de waargenomen grootte. De afstandsvoorstelling beïnvloedt de schijnbare grootte in dien zin, dat bij gelijk groot netvliesbeeld de voorwerpen des te kleiner schijnen, naarmate ze dichterbij worden gelocaliseerd en omgekeerd grooter als ze veraf geplaatst worden.

We hadden dus eerst een wisselend netvliesbeeld met gelijke schijnbare grootte, nu een gelijk groot netvliesbeeld met veranderende schijnbare grootte. Als we b.v. van een of ander voorwerp een nabeeld verwekken op de retina, dan hebben we een constant netvliesbeeld, toch wordt de schijnbare grootte kleiner als we het op leesafstand, grooter daarentegen indien we het op een verwijderde wand projecteeren, d.w.z.: onder invloed van de afstands-voorstelling verandert de psychische waardeering van het netvliesbeeld. Fixeeren we in een donker vertrek een lichtend voorwerp van onbekende grootte op onbekenden afstand, dan kan de schijnbare grootte wisselen al naarmate we een andere afstandsvoorstelling hebben; hier dus ook een veranderende gewaarwording, een wisselende pro-

jectie, bij gelijkblijvend netvliesbeeld. Deze invloed van afstandsvoorstelling op de waarneming van grootte geldt niet alleen het netvliesbeeld; proeven van ZIEHEN[1]) hebben aangetoond, dat de tastprikkels op de huid in hun afmeting en localisatie anders worden beoordeeld naarmate de optische voorstelling wisselt.

Waaruit bestaat nu die afstandsvoorstelling en hoe komt ze tot stand? ASCHER[2]) heeft nagegaan den invloed van conv.-acc. op de grootte schatting bij binoc. en monoc. zien. Hij plaatste in een donker vertrek, twee zwak verlichte vlakken (driehoeken) op verschillenden afstand van den proefpersoon en zorgde, dat de grootte der driehoeken (n.l. de hoogte) recht evenredig was met den afstand. ASCHER onderscheidde ten eerste een Proportional-einstellung, waarbij de afstandsvoorstelling geen invloed had op de beoordeeling van het netvliesbeeld, verder een Merk-einstellung waarbij een zekere invloed niet te ontkennen viel en eindelijk een Gleich-einstellung. Het meerendeel der proefpersonen had monoculair Proportional-einstellung, binoculair Gleich-einstellung, terwijl de z.g.n. Merk-einstellung uiterst zelden voorkwam.

Deze zelfde proeven zijn later bij daglicht herhaald en hierbij bleek een toename der Merkeinstellungen monoculair, zelfs kwam bij eenzijdige anophthalmi een enkele maal Gleich-einstellung voor; welke secundaire motieven deze verschuiving veroorzaakten werd door ASCHER niet uitgewerkt.

Inrichting der proef.

Op 40 c.M. afstand van de oogen werd één muntje van bepaalde grootte gelegd en op 80 c.M. een rij van vijf muntjes, verschillend van grootte, waaruit een van gelijke grootte bij het eerste gekozen moest worden.

---

[1]) Ueber die Abhängigkeit der Scheinbaren Grösze taktiler Empfindungen von der Entfernung und von der optischen Einstellung. *Zeitschr. f. Psych. und Physiol. der Sinnesorgane*. Bd. L. Heft II, p. 79, 1916.

[2]) Zur Frage nach dem Einflusz von Akk.- und Konv. auf die Tiefenlok. und die scheinbare Grosze der Sehdinge. *Zeitschr. f. Biologie*. Bd. LXII. Heft. XII, p. 508, 1913.

Verzuche zu einer Methode, die sekund. Motive der Tiefenlok. messend zu beobachten nebst Bemerkungen über die Gewöhnung en das Ein-äugige sehen. ALBR. V. GRAEFE's *Archiv. f. Ophth.* Bd. VIC. Heft I, p. 275, 1917.

De afstand 40 c.M.—80 c.M. werd zoo genomen omdat deze ongeveer overeen komt met den werkafstand in vele bedrijven en ambachten. We hadden vijf muntjes, resp. van 12, 14, 16, 18 en 20 m.M. diameter, die na elkaar op 40 c.M. afstand gelegd werden en waarbij dus gekozen moest worden. Met elk van deze werden twee bepalingen gedaan, n.l. een grove en een fijnere; het resultaat van deze laatste bepaling wordt in de tabellen vermeld.

Bij de eerste bepaling werd b.v. het muntje van 12 m.M. op 40 c.M. afstand van de oogen gelegd en een rij van vijf muntjes resp. 12, 16, 20, 24, 28 m.M. diameter op 80 c.M. Gevraagd werd nu uit deze vijf een te kiezen van gelijke grootte.

Werd bij dit muntje van 12 m.M. een van 20 m.M. b.v. gekozen, dan moest weer een keuze gedaan worden uit vijf nieuwe muntjes en wel uit een groep, waarvan het middelste een middellijn van 20 m.M. had, dus uit 18, 19, 20, 21, 22 m.M.

Deze laatste bepaling kostte aan sommige proefpersonen veel hoofdbrekens, terwijl door andere direct hetzelfde muntje gekozen werd.

Als bij het muntje van 12 m.M. een van gelijke grootte gekozen werd, dan moest de tweede keer een keuze gedaan worden uit muntjes met resp. 10, 11, 12, 13 en 14 m.M. als diameter. De proef werd gedaan in een goed verlicht vertrek, bij daglicht en in de buurt van een groot venster. Pas wanneer de proefpersoon gezeten was, werd gezegd wat hij te doen had en van de proef verder geen verklaring gegeven, noch te voren, noch daarna. De muntjes werden in spiegelbeeld gegeven om de afstanden makkelijker constant te houden, vooral ook om de aandacht niet te vestigen op het afstandsverschil en ze mochten door den proefpersoon nooit aangeraakt worden om invloeden van den tastgewrichtszin uit te schakelen.

Op deze wijze werden 40 normale personen zoowel binoculair als monoculair onderzocht en ruim 70 monoculi.

Daar een groot aantal tabellen vaak verwarrend werkt, zullen we telkens eenige, b.v. drie of vier, tabellen geven, die het verschil in gedrag bij de twee groepen heel duidelijk laten zien en het verschijnsel bespreken, terwijl op de laatste pagina's de tabellen volledig gevonden worden.

Vragen we een normale twee-oogige proefpersoon bij een voorwerp (b.v. muntje) op 40 cM. een van gelijke grootte op 80 cM. te kiezen dan zal hij, binoculair ziende, een van gelijke grootte kiezen want hij zal den afstand in rekening brengen; monoculair daarentegen weet hij den afstand niet te schatten, moet dus afgaan op het netvliesbeeld en kiest een twee maal grooter.

Dat deze theoretische beschouwing praktisch niet geheel opgaat, toonen de volgende tabellen aan.

BINOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)			
	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.
I. Arts	12	16	20	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	18	24	28
	16	20	27	32
	18	23	28	36
	20	24	32	40
II. Semiarts	12	16	22	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	20	24	28
	16	21	30	32
	18	24	32	36
	20	24	34	40
III. Semiarts	12	14	21	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	14	24	28
	16	18	26	32
	18	20	30	36
	20	24	32	40

De getallen in de eerste kolom geven aan de diameter in mM. van de muntjes op 40 cM. aangeboden, terwijl in de 4e kolom aangegeven wordt de grootte, die recht evenredig is met den afstand.

De getallen in de twee middelste kolommen geven de diameter in mM. aan van de gekozen muntjes; de binoculair gekozene in de 2e kolom zouden theoretisch gelijk moeten zijn aan die der eerste, de monoculair gekozene in de 3e kolom aan die der vierde, daar deze een gelijk groot netvliesbeeld geven als die der 1e kolom; beide wijken echter af.

Bij deze drie binoculi komt de binoculaire afstandswaarneming niet geheel tot uiting in de waardeering van het netvliesbeeld;

monoculair wordt niet afgegaan alleen op de grootte van het netvliesbeeld.

In de drie volgende tabellen vinden we de uitkomsten van binoculi, die binoculair het afstandsverschil tot in millimeters nauwkeurig waarnemen; de monoculaire bepaling berust ook bij deze niet uitsluitend op de netvliesbeeld-grootte.

BINOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)			
	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.
I. Litt.	12	12	20	24
v $^6/_6$ refr. E.	14	14	22	28
	16	16	26	32
	18	18	30	36
	20	20	32	40
II. Arts	12	12	18	24
v $^6/_6$ refr. E.	14	14	22	28
	16	16	26	32
	18	18	30	36
	20	20	32	40
III. Semiarts	12	12	19	24
v $^6/_6$ refr. E.	14	14	21	28
	16	16	23	32
	18	18	24	36
	20	20	24	40

Eigenaardig is bij de volgende, de bijna monoculaire reactie bij binoculair zien; de refractie anomalie of het verschil in visus is waarschijnlijk oorzaak, dat binoculair maar één netvliesbeeld waargenomen wordt.

BINOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangebonen	op 80 cM. gekozen	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.
		binoc.	*monoc.*	
I. Semiarts	12	20	21	24
OD refr. E+3	14	20	25	28
OS refr. E+1.75	16	24	28	32
Na correctie v $^6/_6$	18	24	28	36
	20	28	32	40

			OD	OS	
II. Arts	12	20	19	20	24
OD v $^6/_8$ E	14	22	22	22	28
OS v $^6/_6$ E	16	28	25	28	32
	18	25	25	29	36
	20	30	30	34	40

			OD	OS	
III. Arts	12	12	21	22	24
OD v $^6/_6$ E	14	20	25	25	28
OS v $^6/_{18}$ Ast.	16	28	28	28	32
Geen correctie	18	28	30	30	36
	20	30	30	32	40

De volgende drie binoculi hebben, door gebrek aan tijd, alleen monoculaire bepalingen gedaan, waarbij ze steeds een bijna gelijk groot muntje kozen op twee maal grooteren afstand; het netvliesbeeld beïnvloedt hier niet alléén de keuze, ook de afstand wordt in rekening gebracht.

BINOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)				
	op 40 cM.	op 80 cM.			recht evenr.
	aangeboden	gekozen			met den afst.
		I	II	III	
Drie semiartsen met		*monoc.*	*monoc.*	*monoc.*	
v $^6/_6$ refr. E.	12	12	12	14	24
Alleen monoc.	14	16	16	16	28
bepaald	16	19	17	15	32
	18	18	19	19	36
	20	20	23	22	40

Deze bijna binoculaire instelling z.g.n. Merkeinstellung van ASCHER kwam op 40 binoculi, monoculair 5 keer voor.

Hoe de éénoogige zich gedraagt, als hem gevraagd wordt bij een voorwerp op 40 cM. een van gelijke grootte op 80 cM. te kiezen, toonen de volgende tabellen aan.

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.
I. Metaaldraaier	12	12	24
v $^6/_8$ refr. E. OD	14	15	28
38 j.	16	16	32
21 j. na enucl.	18	18	36
	20	20	40
II. Bankwerker	12	12	24
v $^6/_6$ f. refr. E. OD	14	15	28
38 j.	16	16	32
21 j. na enucl.	18	18	36
	20	20	40
III. Machineboorder	12	12	24
v $^6/_6$ refr. E. OS	14	14	28
41 j.	16	16	32
14 j. na enucl.	18	18	36
	20	19	40
IV. Metaaldraaier	12	12	24
v $^6/_8$ r. refr. E. OS	14	15	28
40 j.	16	16	32
18 j. na enucl.	18	18	36
	20	19	40

Onder deze monoculi met de ideale binoculaire wijze van reageeren (Gleich-einstellung), die zelfs niet alle binoculi binoculair vertoonen zijn er, die resp. twee, drie, vier jaar éénoogig waren en ook veel langer. De duur der eenoogigheid is dus niet de beslissende factor zooals trouwens blijkt uit de drie volgende tabellen en ook uit het feit, dat er onder de binoculi eenige voorkwamen met ongeveer deze zelfde uitkomsten monoculair.

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)		
	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.
I. Hoefsmid	12	11	24
v $^6/_6$ refr. E. OD	14	14	28
28 j.	16	16	32
2 weken na enucl.	18	16	36
	20	24	40
II. Magazijnmeester	12	12	24
v $^6/_6$ refr. E. OD	14	15	28
26 j.	16	16	32
4 maanden na enucl.	18	18	36
	20	25	40
III. Chemicus	12	12	24
v $^6/_6$ refr. E. OD	14	16	28
30 j.	16	18	32
6 weken na nucl.	18	20	36
	20	24	40

Deze grootte-schatting van onbekende voorwerpen niet naar het netvliesbeeld maar met inachtnemen van den afstand, kwam 27 keer voor bij 63 daarop onderzochte monoculi; bij deze monoculi waren echter 19 presbyopen boven 50 jaar, die deze reactie-wijze nooit (met een uitzondering) vertoonden, zoodat de verhouding wordt 27 op 44 (= 61 pCt.)

Van 40 binoculi, allen jonge personen, hadden er 5 monoculair bijna dezelfde uitkomsten als binoculair (12 pCt.)

Deze monoculi hebben dus op een of andere wijze een voorstelling van den afstand, die met buitengewone nauwkeurigheid tot uitdrukking komt in de waardeering van de grootte van het netvliesbeeld.

De inrichting van het toestel was zoo, dat de aandacht alleen op de grootte-verhouding, niet op het afstandsverschil gericht werd. Veel tijd werd ook niet gebruikt om deze conclusie te maken, het was als 't ware een directe en meer onbewuste dan bewuste handeling; werd het afstands-verschil hen bewust gemaakt, de aandacht hierop gevestigd, dan werd de grootteschatting wel slechter, nooit beter.

Een binoculus, die monoculair alleen oordeelde naar het netvliesbeeld, kon nooit het afstandsverschil, nadat het hem in maat en getal bewust gemaakt was, zoo precies in millimeters uitdrukken als deze monoculi, wat pleit tegen een intellectueele overweging. Geen der monoculi kon vertellen, waardoor hij het gelijk groote en niet het bijna twee maal grootere als gelijk zag, zooals wij binoculi monoculair deden.

We hebben nu na te gaan, welke onbewuste, liever welke onderbewuste, factoren hier werkzaam zijn bij de beoordeeling van de grootte van het netvliesbeeld en den afstand.

De voorwerpen zijn onbekende willekeurig gekozen muntjes, zoodat uit het netvliesbeeld niet tot den afstand besloten kan worden, de psychische handeling verloopt omgekeerd.

Afstands-voorstelling kan op velerlei wijze tot stand komen, zooals we in het eerste gedeelte reeds zagen.

Parallax, lichteffect-oppervlakterelief en accommodatie en convergentie zijn de factoren, die hier in aanmerking komen.

Parallax.

Om den invloed van den parallax na te gaan hebben we door een groot aantal proefpersonen (monoculi) eerst muntjes laten zoeken met gefixeerd hoofd, daarna met vrije hoofdbewegingen, en omgekeerd eerst met en daarna zonder parallax, maar vonden

geen verschil; de meeste monoculi geven er zelfs de voorkeur aan het hoofd niet te bewegen.

De kleine variaties in de twee kolommen (met en zonder hoofdbew.), komen ook voor, als we de bepalingen op verschillende tijden doen en dan vooral bij personen, die het afstandsverschil niet volkomen uitdrukken in de grootte-schatting.

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)			
	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen		recht evenr. met den afst.
		Hoofdbeweging.		
Parallax.		*toegestaan*	*niet toegestaan*	
I. Huisvrouw	12	12	12	20
v $^{6}/_{8}$ r. refr. E+2	14	16	16	28
41 j.	16	16	17	32
38 j. na enucl.	18	20	18	36
	20	20	19	40
II. Bankwerker	12	11	12	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	14	16	28
46 j.	16	14	16	32
28 j. na enucl.	18	18	20	36
	20	20	21	40
III. Landbouwer	12	16	17	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	21	21	28
25 j.	16	24	24	32
6 mnd. na enucl.	18	24	24	36
	20	24	24	40
IV. Dienstbode	12	16	15	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	16	16	28
32 j.	16	16	17	32
29 j. na enucl.	13	20	22	36
	20	24	24	40

Lichteffect en Oppervlakte relief.

Om na te gaan den invloed van lichteffect en oppervlakte relief, hebben we de proef herhaald bij kunstlicht en wel zóó, dat in een donker vertrek de muntjes aan den achterkant verlicht werden.

Inrichting der proef.

Op 40 c.M. afstand van den proefpersoon werd een statiefje gezet met een glazen plaat, waarop een muntje van 20 m.M. middellijn gekitt was; tegen een transparant scherm, op 80 c.M. van den proefpersoon af, werden in verschillende volgorde na elkaar muntjes van 20 m.M. tot 40 m.M. middellijn gehouden, eveneens op glazen platen bevestigd.

Achter dit scherm stond op eenigen afstand een constante lichtbron.

De muntjes stonden zoo in een rechte lijn achter elkaar, het achterste een weinig hooger dan het voorste; het muntje op 40 c.M. afstand wisselde niet, op 80 c.M. werd telkens een ander aangeboden en gevraagd werd te zeggen: grooter, even groot of kleiner.

Deze proef werd gedaan bij eenige binoculi (binoc. en monoc.) en bij zes monoculi.

BINOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)				
	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen		recht evenr. met den afst.	
Licht en relief.		*binoc.*	*monoc.*		
I. Daglicht	20	20	24	40	Mej. H.
Kunstlicht	20	25	30	40	v $^6/_6$ refr. E.
II. Daglicht	20	21	30	40	Mej. D. Presb. (60 j.)
Kunstlicht	20	24	40	40	v $^6/_6$ refr. E—1.5
III. Daglicht	20	20	22	40	Mej. M.
Kunstlicht	20	25	32	40	v $^6/_6$ refr. E.
IV. Daglicht	20	28	32	40	B.
Kunstlicht	20	35	35	40	v $^6/_6$ refr. E.
V. Daglicht	20	25	32	40	F.
Kunstlicht	20	25	35	40	v $^6/_6$ refr. E.

Bij de proefpersonen I, II en III wordt binoculair bij daglicht het afstandsverschil volkomen waargenomen, terwijl dit bij kunstlicht niet geheel tot uiting komt in de grootte-schatting; hoewel de fout, door p.p. IV, V en VI binoculair en bij daglicht gemaakt, bijna even groot is als door de eerste drie bij kunstlicht, blijkt ook bij deze een groot verschil te bestaan tusschen de bepaling bij daglicht en bij kunstlicht gedaan.

Bij deze zes binoculi zien we zonder uitzondering een grooten invloed van de verlichting op de grootte-schatting; zelfs binoculair wordt deze factor gebruikt, hetgeen vooral uitkomt bij hen, die het afstands-verschil volkomen in rekening brengen.

Ook bij de monoculi heeft de aard der verlichting invloed op het oordeel.

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Licht en relief.				
I. Daglicht	20	20	40	Bankwerker
Kunstlicht	20	23	40	OS v $^6/_6$ refr. E. 29 j.
II. Daglicht	20	21	40	Ketelmaker
Kunstlicht	20	25	40	OS v $^6/_6$ refr. E. 30 j.
III. Daglicht	20	23	40	Teekenaar
Kunstlicht	20	30	40	OD v $^6/_6$ rep. E. 33 j.
IV. Daglicht	20	22	40	Teekenaar
Kunstlicht	20	30	40	OD v $^6/_6$ refr. E. 32 j.
V. Daglicht	20	22	40	Bankwerker
Kunstlicht	20	25	40	OS v $^6/_6$ refr. E. 42 j.
VI. Daglicht	20	32	40	Machineboorder
Kunstlicht	20	40	40	OS v $^6/_{12}$ refr. E. Presb. 68 j.

Bij daglicht nadert het gekozene méér de ware grootte dan bij kunstlicht.

Was de parallax zonder invloed, de wijze van verlichting speelt des te grooter rol, men zou haast geneigd zijn te zeggen, de grootste.

De eenige factor is het echter niet, want dan zou monoculair altijd de z.g.n. Proportional-einstellung (ASCHER) voor den dag moeten komen en deze zien we maar twee keer, eens bij de binoculi en eens bij de monoculi en wel in beide gevallen bij presbyopen. Alleen bij de twee presbyopen komt dus na uitschakeling van parallax en lichteffect het afstands-verschil monoculair niet meer tot uitdrukking in de waardeering van het netvliesbeeld; dit feit wijst ons als van zelf in de richting van de accommodatie-convergentie, wier invloed we nu zullen onderzoeken.

Accommodatie en convergentie.

Dat personen, die op jeugdigen leeftijd één-oogig worden, zich makkelijker en beter aanpassen aan den nieuwen toestand dan ouderen, is een bekend feit. Alleen hieruit te concludeeren, dat de accommodatie een rol moet spelen bij die aanpassing, lijkt me gewaagd, daar immers het grootere aanpassingsvermogen van het jonge individu zijn heele wezen kenmerkt, in alle organen, in alle functies tot uiting komt.

Toch is het wel belangrijk ook uit dit oogpunt onze tabellen te beschouwen.

In de eerste tabellenrij (pg. 52) vinden we de uitkomsten van drie jonge personen, die op jeugdigen leeftijd een oog verloren hadden. Deze brengen het afstandsverschil bijna geheel in rekening en we kunnen de volgende drie rijen met deze vergelijken.

De drie monoculi in de 2e rij (resp. 46, 49 en 57 j.), die niet zoo heel jong één-oogig werden, vertoonen ondanks hun leeftijd weinig verschil in grootte-schatting; die in de 3e rij (resp. 23, 32 en 35 j.) veel meer, terwijl ze niet alleen veel jonger waren bij dit onderzoek, maar ook op jeugdiger leeftijd hun oog verloren hadden.

In de 4e rij worden de uitkomsten gegeven van eenige oudere presbyopen, die alle naderen tot de z.g.n. proportionaal-instelling.

*

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.
I. Sigarenmaker	12	12	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E—1	14	16	28
29 j.	16	17	32
was 7 jaar	18	19	36
	20	23	40
Los werkman	12	13	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	14	28
33 j.	16	16	32
was 9 jaar	18	18	36
	20	20	40
Koopman	12	12	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E—1.5 / E—2.5	14	15	28
	16	16	32
22 j.	18	18	36
was 9 jaar	20	20	40
II. Metaaldraaier	12	11	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	14	28
46 j.	16	14	32
was 18 jaar	18	18	36
	20	22	40
Bankwerker	12	15	24
v $^{6}/_{12}$ refr. E—2.5	14	16	28
57 j.	16	18	32
was 26 jaar	18	18	36
	20	20	40
Bankwerker	12	15	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	16	28
49 j.	16	19	32
was 43 jaar	18	20	36
	20	20	40

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.
III. Klerk	12	18	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	20	28
23 j.	16	22	32
was 2 jaar	18	26	36
	20	26	40
Bankwerker	12	14	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	16	28
35 j.	16	19	32
was 2 jaar	18	21	36
	20	24	40
Dienstbode	12	15	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	16	28
32 j.	16	17	32
was 3 jaar	18	22	36
	20	24	40
IV. Sigarenmaker	12	22	24
v $^{6}/_{6}$ refr. E—1.5	14	25	28
56 j.	16	29	32
was 52 jaar	18	30	36
	20	32	40
Bankwerker	12	20	24
v $^{6}/_{8}$ refr. E.	14	23	28
57 j.	16	25	32
was 34 jaar	18	30	36
	20	30	40
Bankwerker	12	22	24
v $^{6}/_{8}$ refr. E—2.5	14	24	28
61 j.	16	26	32
was 53 jaar	18	28	36
	20	30	40

De invloed van den leeftijd is wel groot maar niet absoluut, daar niet alle jonge monoculi het afstandsverschil geheel in rekening brengen terwijl een enkele presbyoop (2e rij, 57 jaar), dat wel doet.

Door den invloed van parallax en verlichting na te gaan en de uitkomsten op verschillende leeftijden te vergelijken, hebben we wel de waarschijnlijkheid aangetoond van accommodatie-invloeden, het bewijs geleverd hebben we daarmee niet.

De drie monoculi die, terwijl de parallax en het lichteffect buiten werking gesteld waren, bij een muntje van 20 mM. diameter op twee maal grooteren afstand een van 25 of 22 kozen, hebben evenals de binoculi binoculair ziende een middel waardoor ze den onderlingen afstand waarnemen.

Daar dit nauwelijks anders zijn kan dan de accommodatie en convergentie, kunnen we nu vragen, welke van deze twee en op welke wijze deze de afstandsvoorstelling beinvloedt.

Den monoculus eenige dagen van zijn accommodatie te berooven door deze te verlammen is dunkt me niet geoorloofd, waar het proefnemingen geldt. We hebben daarom getracht den accommodatie-invloed te bemoeilijken door negatieve glazen. Twaalf één-oogigen hebben we de muntjes-proef laten doen met en zonder negatieve glazen en alle kregen ze een slechtere grootte-schatting, dus afstandsvoorstelling naarmate de accommodatie opgeheven, beter, geneutraliseerd was.

Deze proef werd gedaan bij daglicht en met vrije hoofdbewegingen.

MONOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden.	op 80 cM. gekozen zonder neg. gl.	—2D	—4D	—6D	recht evenr. met den afstand	
(H. S. M.)	12	12	16	16	20	24	Micropie
v $^{6}/_{8}$ r. refr. E.	14	15	18	20	24	28	
38 j.	16	16	20	20	30	32	
20 j. na enucl.	18	18	24	28	30	36	
	20	20	25	28	34	40	
(H. S. M.)	12	13	16	20		24	Micropie
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	15	16	20		28	
42 j.	16	16	20	24		32	
9 j. coecus	18	19	18	28		36	
	20	20	23	30		40	
(H. S. M.)	21	12	16	24		24	Micropie
v $^{6}/_{6}$ refr. E.	14	14	18	18		28	
46 j.	16	16	20	20		32	
20 j. na enucl.	18	18	24	28		36	
	20	22	28	28		40	
Magazijnknecht	12	14	20	20		24	Micropie
v $^{6}/_{6}$ f. refr. E.	14	16	18	22		28	
42 j.	16	17	24	24		32	
20 j. na enucl.	18	18	22	28		36	
	20	22	28	30		40	

De cijfers in deze tabellen, hoezeer ook oppervlakkig gezien daarvoor pleitend, meen ik toch niet te mogen beschouwen als zijnde het gevolg van opgeheven accommodatie-invloed.

In de eerste plaats verandert onder invloed van negatieve glazen het relief van het oppervlak en de proeven bij verschillende wijze van verlichting hebben ons geleerd, in hoe sterke mate ons oordeel door dezen factor beinvloed wordt.

Verder vertoonden deze monoculi, met enkele uitzonderingen, het zoo merkwaardige verschijnsel der micropie.

De micropie, d. i. het kleiner zien van voorwerpen, werd het eerst door DONDERS [1]) ontdekt (1850) na atropinisatie en op de volgende wijze verklaard.

Ten gevolge van de verzwakte accommodatie wordt een sterkere inspanning gevorderd om de voorwerpen op zekeren afstand scherp te zien.

De willekeurige aanstoot tot die accommodatie zal de voorstelling geven van grootere nabijheid en terwijl de hoek, waaronder de bekende voorwerpen worden gezien, bij die voorstelling onveranderd blijft, zullen de voorwerpen zich kleiner moeten vertoonen. Volgens DONDERS zou dus uit de mate van accommodatie inspanning tot den afstand van het object worden geconcludeerd en het zou niet de accommodatie, niet de beweging zelve maar de aanstoot tot beweging, de innervatie zijn, die ons bewust wordt.

Nu wordt onder invloed van sterker accommodatie het netvliesbeeld wel kleiner, maar deze objectieve vermindering in grootte (met de optische constanten van HELMHOLTZ te berekenen), is zeer veel geringer dan de subjectief waargenomene.

We hebben dus bij de micropie een gelijk groot netvliesbeeld, waarvan de psychische waardeering verandert met de afstandsvoorstelling.

Uit onderzoekingen van REDDINGIUS [2]) en KOSTER [3]) blijkt

---

1) *Ned. Lancet*, 2e serie, 6e jaargang, p. 607, 1850.

2) Over micropie. Dissertatie. 1894, Groningen.

3) Zur Kenntniss der Mikropie und Makropie, *Arch. f. Ophthalmologie* 1896. Bd. XLII p. 134.

echter, dat deze afstands-voorstelling niet tot stand komt door het bewust worden van de accommodatie-innervatie, maar van die der convergentie.

REDDINGIUS deed verschillende proeven; hij plaatste o.a. voor het eene oog een negatief glas (— 6 D), dat nog juist door de accommodatie te overwinnen was bij het zien naar een voorwerp op 35 c.M. afstand. Letterproeven van verschillende grootte werden naast elkaar gehouden en beurtelings met gewapend (— 6 D) en ongewapend oog alleen bekeken; de verkleining onder invloed van dit negatieve glas bleek ongeveer de helft te zijn.

Verder werd een oog met homatropine ingedruppeld, het andere niet en nu de grootte van verschillende vierkantjes op verschillende afstanden vergeleken. Uit deze proeven bleek, dat de voorwerpen na accommodatie parese kleiner werden gezien en dichterbij geprojecteerd; de absolute grootte werd ongeveer twee maal te klein geschat.

Alles scheen te wijzen op het klein zien tengevolge van een onjuiste projectie. Wordt een netvliesbeeld van bepaalde grootte op kleineren afstand geprojecteerd dan waarop het waargenomen object zich bevindt, dan wordt het voorwerp kleiner gezien en omgekeerd grooter, naarmate het verder af wordt gelocaliseerd.

Tegen de accommodatie-innervatie als oorzaak der verkeerde projectie pleitte het volgende: werd in beide oogen de accommodatie paretisch (homatropine) dan trad binoculair ziende geen micropie op, werden voor beide oogen negatieve glazen geplaatst, dan trad binoculair ziende evenmin micropie op.

Werd één der oogen afgesloten dan kwam daarentegen in beide gevallen dadelijk de micropie voor den dag. Zoowel bij binoculair als monoculair zien waren de oogen scherp ingesteld, was er dus voldoende accommodatie verkregen door middel van een grooter dan gewone innervatie, die volkomen gelijk bleef bij het overgaan tot monoculair zien en de micropie ontstond dus zonder eenige verandering van accommodatie-inspanning.

Op het oogenblik dat de micropie optrad zag REDDINGIUS het

afgesloten oog achter de bedekkende hand naar binnengaan; werd de hand weggenomen, dan verdween de micropie en keerde het oog in zijn eersten stand terug.

Oorzaak der micropie is dus wel een te klein schatten van den afstand, maar deze verkeerde afstandsvoorstelling komt tot stand door een sterkeren convergentie impuls en niet door het bewust worden van de accommodatie innervatie.

Micropie tengevolge van convergentie-inspanning kan verder makkelijk aangetoond.

Plaatst men voor beide oogen een prisma met den brekenden hoek naar binnen, dan is er bij een bepaalde accommodatie een sterkeren convergentie-stand noodig om de stralen op de fovea te vereenigen; binoculair ziende worden de voorwerpen nu kleiner gezien en dichterbij gelocaliseerd, terwijl de grootte afneemt in dezelfde mate als de convergentie-hoek toeneemt.

Dat de oorzaak der micropie gezocht moet worden in het bewust worden der convergentie, wordt wel algemeen aangenomen en vinden we door de proeven van REDDINGIUS voldoende bewezen.

De volgende redeneering door ROELOFS[1]) gegeven ter verklaring van de esophorie der hypermetropen, verklaart tevens de sterkere convergentie bij monoculair zien na atropinisatie of het voorhouden van negatieve glazen.

Volgens ROELOFS is de neiging tot scherp zien, opgewekt door de verstrooiingscirkels van het voorwerp, dat onze aandacht trekt, oorspronkelijk de eenige prikkel tot accommodeeren; deze prikkel gaat echter steeds samen met convergentie en afstandsvoorstelling en ten gevolge van het telkens terugkeeren dezer associatie geven deze, ook zonder neiging tot scherp zien, aanleiding tot accommodatie.

De impuls tot convergeeren is dus tevens een prikkel voor de accommodatie en de convergentie-innervatie zal sterker moeten

[1]) Over den samenhang tusschen accommodatie en convergentie. Dissertatie. 1912, Amsterdam.

zijn, om eenige dioptrieën accommodatie ten gevolge te hebben, naarmate de associatie tusschen de accommodatie en convergentie zwakker is. De hypermetroop geeft ter wille van het scherp zien, z'n binoculair-zien prijs, om door sterkere convergentie-innervatie nog voldoende accommodatie te krijgen.

We mogen dus aannemen een bewust worden der convergentie-innervatie bij monoculi, die na het voorzetten van negatieve glazen (— 2D, — 4D), de voorwerpen kleiner zien.

EINTHOVEN, [1]) die de stereoscopie door kleurverschil verklaard heeft, kon het verschijnsel der micropie niet nauwkeurig bestudeeren omdat hijzelf het niet vertoonde en het eveneens uitbleef bij de, daarop door hem onderzochte personen en hij vraagt: „Zou het mogelijk zijn, dat FÖRSTER, die het nooit zag ontbreken aan sommigen de voorstelling wel wat heeft opgedrongen?" Van suggestie was bij onze monoculi zeker geen sprake; het uitgangspunt was een zoeken naar accommodatie-invloeden en het verschijnsel der micropie werd me pas bewust gemaakt door den monoculus, die na het vóórzetten van een negatief glas (— 2, — 4D) zei: „uw hand lijkt wel een kinderhand" en eerst daarna werd stelselmatig gevraagd of de voorwerpen in grootte veranderden. Trouwens onze poliklinische patienten, bij wie over 't algemeen het begrip bril geassocieerd is met vergrootglas, zullen door een voorzichtige vraag naar grootte-veranderingen niet makkelijk de suggestie van kleiner-zien ondergaan.

Bij twaalf één-oogigen werd de muntjesproef gedaan met en zonder negatieve glazen, twee hiervan gaven micropie aan spontaan, ongevraagd, vijf nadat gevraagd was naar het veranderen in grootte; de oudste van deze groep was 49 jaar.

De vijf overigen resp. 57, 57, 58, 61 en 41 jaar vonden geen verandering in grootte, dus behalve de laatste allen gevorderde presbyopen.

De slechtere uitkomsten met negatieve glazen, die we vooral

---

1) Stereoscopie door kleurverschil. Dissertatie. 1885. Utrecht.

bij de niet-presbyopen zien, zou dus behalve van relief-veranderingen, ook het gevolg kunnen zijn van het in de war raken der convergentie-interpretatie.

Ook bij ZIMMERMANN, [1]) die onderzoekingen gedaan heeft over het verband dat bestaat tusschen de schijnbare (d.i. waargenomen) diepte en de duidelijkheid der contouren vinden we deze twee factoren besproken. Hij vond, dat diffuse beelden op het netvlies (geen relief) de schijnbare diepte verminderen, duidelijke contouren deze daarentegen vermeerderen. De schijnbare afstand tusschen twee draden was het grootst als accommodatie en convergentie met elkaar overeenkwamen, het kleinst als de convergentie te groot of te klein, de daarmee verbonden accommodatie dus onnauwkeurig was.

Vóór we overgaan tot bespreking van de wijze, waarop de grootte-bepaling, dus de afstands-schatting door een bewuste convergentie beinvloed zou kunnen worden, willen we nog eenige proeven geven, die de accommodatie-impuls als oorzaak uitsluiten, voor zoover we nog een bewust worden hiervan mochten aannemen.

Accommodatie.

De contractie van den musc. ciliaris als gladde spier en als spier zonder antagonist, is moeilijk op te vatten als een gewone willekeurige, dat is bewuste beweging. Toch hebben we nog getracht dezen invloed met nog grooter zekerheid uit te schakelen en wel op de volgende wijze.

Uit onze snelheidsbepalingen n.l. de snelheid van instellen en accommodeeren (pag. 31) blijkt, dat de accommodatie zeer traag werkt en zeker geen effect kan hebben binnen een seconde.

Als we dus gedurende korten tijd ($<$ 1 sec.) de muntjes tegen het verlichte scherm houden, daarbij het hoofd fixeeren, zouden accommodatie, lichteffect en parallax uitgesloten moeten zijn.

---

[1]) *Psychologische Studien*, Abt. I, Heft IV, 1918, p. 149.

We zijn hierbij op dezelfde wijze te werk gegaan als op pag. 24 en 49 beschreven is en hebben evenals bij onze vroegere proeven, den duur der verlichting door middel van een valapparaat geregeld.

Uit de volgende tabellen blijkt, dat bij een verlichtingsduur < 1 sec., alle binoculi monoculair tot de proportionaal instelling naderen, terwijl ook binoculair het afstandsverschil niet geheel tot uitdrukking komt in de grootte schatting.

Drie monoculi echter hebben ook nu een veel kleinere instellingsfout dan de binoculi monoculair en het afstandsverschil wordt door hen niet slechter in rekening gebracht dan door de binoculair ziende binoculi.

BINOCULI.

Korte	Grootte van het muntje (diam. in mM.)				
verlichting	op 40 cM.	op 80 cM.		recht evenr.	
(kunstlicht)	aangeboden	gekozen		met den afst.	
Valhoogte		*binoc.*	*monoc.*		
100 cM (0.45 sec.)	20	25	40	40	Mej. H.
50 cM (0.32 sec.)	20	25	35	40	
10 cM (0.14 sec.)	20	28	35	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	25	35	40	Mej. M.
50 cM (0.32 sec.)	20	30	35	40	
10 cM (0.14 sec.)	20	30	40	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	30	40	40	Mej. D.
50 cM (0.32 sec.)	20	30	40	40	Presb. (60 j.)
10 cM (0.14 sec.)	20	30	40	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	30	35	40	F.
50 cM (0.32 sec.)	20	30	35	40	
10 cM (0.14 sec.)	20	35	35	40	

Korte verlichting (kunstlicht) *Valhoogte*	MONOCULI. Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
100 cM (0.45 sec.)	20	25	40	Bankwerker
50 cM (0.32 sec.)	20	28	40	29 j. v $^6/_6$ refr. E.
10 cM (0.14 sec.)	20	28	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	28	40	Ketelmaker
50 cM (0.32 sec.)	20	25	40	30 j. v $^6/_6$ refr. E.
10 cM (0.14 sec.)	20	30	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	25	40	Bankwerker
50 cM (0.32 sec.)	20	22	40	42 j. v $^6/_6$ refr. E.
10 cM (0.14 sec.)	20	22	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	30	40	Teekenaar
50 cM (0.32 sec.)	20	35	40	33 j. v $^6/_6$ refr. E.
10 cM (0.14 sec.)	20	30	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	35	40	Teekenaar
50 cM (0.32 sec.)	20	38	40	32 j. v $^6/_6$ refr. E.
10 cM (0.14 sec.)	20	38	40	
100 cM (0.45 sec.)	20	35	40	Machineboorder
50 cM (0.32 sec.)	20	40	40	(Presb.) 68 j.
10 cM (0.14 sec.)	20	40	40	v $^6/_6$ refr. E.

Vergelijken we deze uitkomsten met die op pag. 50 gegeven, dan zien we, dat de wijze van verlichting veel grooter invloed heeft dan de duur.

De drie eerste monoculi (I, II, III) hebben ook bij dezen korten verlichtingsduur een middel, waardoor ze den afstand weten te schatten evenals de binoculi binoculair. Mogen we nu uit het feit, dat de accommodatie traag werkt, dezen invloed hier uitsluiten?

Het bewust worden der accommodatie als „Akkommodations-

Anstrengung" werd door WUNDT [1]) en ARRER aangenomen, door HILLEBRAND [2]) en BOURDON [3]) daarentegen ontkend en bij ongeveer dezelfde wijze van proefneming hooren we tegenovergestelde conclusies. Volgens HILLEBRAND is het onmogelijk zich rekenschap te geven van de verplaatsing, wanneer het fixatie-voorwerp langzaam wordt verplaatst, zoodat de accommodatie het volgen kan; dat wat bewust wordt is „der „Willen" zur Einstellung der Blicklinien auf einen bestimmten Punkt des Sehraums" dus de convergentie innervatie. Ook door ROELOFS wordt een bewust-worden der accommodatie ontkend en door dezen beschouwd als een onwillekeurig gevolg van de afstands-voorstelling.

V. EYSDEN [4]) deed proeven met twee draden, waarvan de eene stabiel bleef, de andere verplaatsbaar was; actieve en passieve parallax, ook de netvliesbeeld-grootte, waren hierbij uitgesloten en hij vond een bevestiging van wat WUNDT gevonden had, n.l. dat men zich meer rekenschap geeft van de actieve inspanning der accommodatie dan van de passieve; hij neemt dus een bewuste accommodatie aan. Met SCHOUTE, die dit onderzoek refereerde zou ik zeggen, dat het afstandsverschil tusschen de twee draden meer waargenomen werd door de onklaarheid van het beeld dan door het accommodatie-gevoel.

Het volgende pleit voor deze opvatting: monoculair werd de accommodatie verlamd en nu een positief glas voorgezet zóó sterk, dat 't oog juist ingesteld was op den stabielen draad; het dieptezien was nu beter dan met behouden accommodatie.

En V. EYSDEN zelf zegt hierover: dat nu, met een positief glas, met grooter zekerheid het oogenblik aan te geven is, waarop

---

1) *Grundzüge der Physiolog. Psychologie*, 1910. Bd. II. p. 639.

2) Das Verhältnis von Akkommodation und Konvergenz. zur Tiefenlokalisation. *Zeitschr. f. Psychol. u. physiol. der sinnesorgane*, 1894. Bd. VII, p. 97.

3) La perception monoculaire de la profondeur. *Revue philosophique*, 1898, p. 124—144.

4) Over de beteekenis van de accommodatie voor het monoculaire dieptezien. Dissertatie. 1913, Utrecht, p. 97.

het beeld van beide voorwerpen scherp gezien wordt, daar dit alleen het geval zal zijn, als de beide voorwerpen zich op denzelfden afstand bevinden. Het subjectieve spier- of innervatiegevoel der accommodatie blijkt hier dus overbodig.

In hoeverre de verstrooingscirkels invloed hebben, dus als aequivalent beschouwd kunnen worden voor de binoculaire dubbelbeelden, valt uit het resultaat van onze proeven niet direct op te maken.

Bij een niet nauwkeurige instelling worden de verstrooiingscirkels des te makkelijker opgemerkt naarmate het voorwerp kleiner is (HESS).[1]) We hebben met 't oog daarop, de gemiddelde fout bepaald voor de groote en de kleine muntjes bij 40 binoculi (binoc. en monoc.) en 40 monoculi (leeftijd jonger dan 49 j.) en kregen de volgende uitkomsten:

Gemiddelde fout der *binoculi* bij 't muntje
van: *12 mM.:* binoc. 1.13, monoc. 6.48
20 mM.: binoc. 1.81, monoc. 9.35

Gemiddelde fout der *monoculi* bij 't muntje
van: *12 mM.* 1.77
20 mM. 3.35

Om het binoculaire cijfer der binoculi niet te drukken hebben we de uitkomsten van de drie binoculi, die binoc. dezelfde groote fout maakten als monoc. (pag. 45) niet opgenomen in onze berekening.

De grootte van het muntje heeft bij de binoculaire bepalingen bijna geen invloed op de gemiddelde fout, bij de monoculaire van beide groepen wel.

Bij het kleinste muntje is de gemiddelde fout der monoculi weinig grooter dan die der binoculaire binoculi, bij het grootste ongeveer twee maal. Conclusies zijn uit deze cijfers niet te trekken.

---

[1]) *Arbeiten aus dem Gebiete der Akk. Lehre,* v. GRAEFE'S Archiv. 1902, Bd. LII, Heft I.

Convergentie.

Waar bij deze korte verlichting (< 1 sec.) de monoculus nog een voorstelling heeft van den afstand en waar uit de micropie schijnt te blijken, dat de convergentie hem bewust wordt, dringt zich de vraag op, of en hoe deze convergentie gedoseerd zou kunnen worden.

De musculi recti interni zijn dwarsgestreepte spieren en bij de beweging van deze willekeurige spieren onderscheiden we drie gebieden van waarult de beweging, de uitgevoerde handeling ons bewust wordt.

Deze zijn:

1e. de centrale innervatie gewaarwording d. i. de aanstoot tot de beweging, de wilsimpuls;

2e. de begeleidende physiologische gebeurtenis in de bewegings-tast-zône, de subjectieve indruk der uitgevoerde beweging in de spier zelf:

3e. de uitwerking der beweging, der handeling, die we waarnemen aan de objecten buiten ons.

De oudere physiologen hechten uitsluitend aan de centrale gewaarwording en zoo vinden we o. a. bij HELMHOLTZ [1]) het volgende voorbeeld, voor deze opvatting pleitend, aangevoerd.

Wordt de bulbus oculi door uitwendige krachten bewogen, b.v. naar buiten getrokken, dan treedt een rekking op van den M rectus int. (verlenging) en een verkorting van den M rectus ext. (tengevolge van zijn elasticiteit) evenals bij de beweging onder invloed van spiercontracties.

We beoordeelen nu de blikrichting niet naar den stand van den bulbus, noch naar de verlenging of verkorting van de spieren, want we zien dubbelbeelden.

Evenmin heeft de spierspanning invloed, immers bij plotseling optredende verlamming van een of andere oogspier ziet de patient schijnbeweging of dubbelbeelden bij beweging naar de verlamde zijde.

[1]) *Handbuch der physiol. Optik.* S. 28.

Bij verlamming van den M. rectus ext. van het rechter oog, geeft beweging naar rechts schijnbeweging der objecten naar rechts, hoewel stand van 't oog en netvliesbeelden onveranderd blijven. Hierbij is de wilsimpuls aanwezig, maar ontbreken de oogbeweging, spierverkorting en spierspanning, terwijl over de blikrichting geoordeeld wordt, alsof de wilsimpuls zijn normale effect had.

Door ervaring weten we, hoe sterk de wilsimpuls moet zijn voor een bepaalden stand; de eenige uiwerking hiervan, die we aan het oog direct en voldoende waarnemen is de veranderde stand of volgorde der objecten in het gezichtsveld.

Volgens HELMHOLTZ zou dus het bewustworden van de bewegingen plaats hebben door middel van de innervatie-impuls en een periphere gewaarwording wordt door hem ontkend,

Deze opvatting, als zou de centrale innervatie-gewaarwording alléén de spierbeweging tot een bewuste gebeurtenis stempelen, den laatsten tijd geheel verlaten, vinden we weer verdedigd in een resent artikel van GRüNBAUM, (Physiologisch Lab. Prof. V. RIJNBERK). In dit pleidooi voor de innervatie-gewaarwording, wordt deze hypothetisch verklaard en wel door aan te nemen een irradiatie van de „Erregung" der motorische schors-centra naar de dichtsbijzijnde sensorische gedeelten; eerst de prikkeling van deze sensorische centra zou den grondslag vormen voor de diffuse gewaarwording van de inspanning.[1])

De physioloog SHERRINGTON[2]) stelt in tegenstelling met HELMHOLTZ en zijn tijdgenooten, het proprioceptieve systeem der oogspieren op den voorgrond. De oogspieren bezitten afferente zenuwvezels (a rich supply of afferent nerve-fibres) en dit anatomisch feit in verband met zekere physiologische toont

---

[1]) Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde, 20 Dec. 1919, p. 2025.

[2]) Observations on the Sensual Rôle of the Proprioceptive Nerve-supply of the Extrinsic Ocular Muscles. Brain. *A Journal of Neurology*, Nov. 1918. Vol. XLI, pag. 332.

aan, dat de oogspieren gecombineerd met retina en labyrinth, belangrijk bijdragen tot de ruimte-orientèering.

Dat we in een donker vertrek, de bulbi oculi in de een of andere richting wendend, ook zonder leiding of contrôle van de retina, ons bewust zijn van de gegeven richting, schrijft SHERRINGTON toe aan den spierzin. Naar aanleiding van de innervatie-gewaarwording der oudere physiologen zegt hij b.v.: „muscular sense in that *older* and now *less prevalent* acceptation, implying a central sensation gauging the degree and direction of motor dischange. At the time of the studies of visual space-perception bij WELLS, PANUM, LOTZE, HERING (HELMHOLTZ), the possession of muscular sense by the eye muscles (a discovery of recent date) although on general grounds probable, had no proven neurological basis." De innervatie-gewaarwording, hoewel niet geheel ontkend, wordt door SHERRINGTON niet hoog geschat.

Het voorbeeld der spierverlamming door HELMHOLTZ gegeven, pleit wel vóór het bewust worden van den wilsimpuls, echter niet tegen de werkzaamheid der proprioceptoren van SHERRINTON, evenmin als het niet bewust worden van spierverlenging of spierverkorting onder invloed van uitwendige krachten.

De prikkeling der apparaatjes in de spieren zullen we ons wel minder eenvoudig moeten voorstellen; ze zullen waarschijnlijk eerst geprikkeld worden, als er door den wilsimpuls in de spier als 't ware een ontlading plaats heeft. Een prikkeling der proprioceptoren op deze wijze, zou zelfs in een spier, die haar aangrijpingspunt mist zooals de Musc. rectus int. van het geënucleëerde oog niet behoeven te ontbreken en we zouden hier, behalve de wilsimpuls ook de subjectieve indruk in de spier zelf kunnen aannemen.

Een monoculaire convergentie wordt, voor zoover ons bekend is, alleen aangenomen door PFALZ[1]) en wel als een bewust worden van den halven convergentie-hoek, als „die Empfinding für die

---

1) *Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde*, 1907. Bd. XLV, p. 85.

*

Spannung des Internus des sehenden Auges im Verhältniss zur Kopfhaltung."

Deze redeneering, zeer vaag en door geen feiten gesteund, zou aan waarschijnlijkheid winnen als aangetoond kon worden, dat de monoculus het gefixeerde voorwerp op de richtingslijn van HERING (d.i. de loodlijn opgericht in het midden van de verbindingslijn der beide oogen) plaatst, want alleen dan kan hem een gevoel voor den halven convergentie-hoek bij het schatten van afstanden, iets verder brengen.

Bij HELMHOLTZ [1]) vinden we een proef aangegeven, om de rotatie van het oog bij convergentie aan te toonen, maar daar deze niet minder subjectief is dan de micropie met negatieve glazen, kunnen we haar niet gebruiken om deze laatste te bevestigen.

Misschien zouden we door middel van de monoculaire localisatie, waaronder we verstaan het niet op dezelfde plaats localiseeren van de beelden der foveae bij dissociatie van beide oogen, het objectieve bewijs kunnen leveren, van een monoculaire convergentie bij den één-oogige. We zouden dan hebben na te gaan op welke plaats in het gezichtsveld de monoculus een voorwerp op bepaalden afstand, localiseert en waar de binoculus ditzelfde voorwerp (zoowel binoc. als monoc.) ziet; deze proeven zijn echter nog al gecompliceerd en zouden ons op 't oogenblik te ver voeren.

SHERRINGTON wijst in zijn artikel over het proprioceptieve systeem der oogspieren op het verband, dat bestaat tusschen

[1]) *Handb. der phys. Optik.* p. 752. Een buis van ± één voet lang; voor het eene einde wordt een zwarte draad als diameter gespannen, het andere einde wordt voor één der oogen gehouden, terwijl het tweede oog gesloten is. Stel nu de oogen in voor evenwijdig invallende stralen (evenw. oogassen) en draai de buis zóó, dat de draad zuiver horizontaal is (aan horizontale lijn op de indifferent gekleurde, verwijderde wand te controleeren). Bij fixatie van de draad maakt deze een schijnbare draaiing en wel op dezelfde wijze als de netvlies-horizont van 't andere oog draait, als dit in convergentie-stand overgaat. We hebben zelf deze proef gedaan, maar vonden haar te subtiel om bij onze monoculi op betrouwbare uitkomsten te kunnen rekenen.

het labyrinth en de oogspieren als reflex mechanisme en hij zegt, dat de oriëntatie van de retina in de ruimte resulteert uit de coöperatie van het labyrinth als evenwichtsorgaan en de orbitaspieren. „The so-called primary position of the eyeball is therefore a posture in which the extrinsic ocular muscles co-öperate with the otic labyrinth, and the perception of that posture is based on sense-data from both those sources."

De associatie van de oogspieren met de nekspieren, waaraan PFALZ het bewust worden van den halven convergentie-hoek toeschrijft, beschouwt SHERRINGTON als zeer minderwaardig in vergelijking tot die met het labyrinth.

Bestudeeren we den één-oogige ongemerkt, dan zien we hem nooit zijn hoofd zóó wenden, dat het behouden oog ongeveer geplaatst is in het sagittale meridiaanvlak van het lichaam; de normale stand van den binoculair ziende wordt door hem bewaard en het richtingsvlak van HERING schijnt hem dus bewust te zijn.

Experimenteel is bewezen, dat de eindapparaatjes van den N. vestibularis in de half-cirkelvormige kanalen en de ampullen van het labyrinth een zeer gevoelig zintuig vormen voor evenwichts-veranderingen en ruimte-oriënteering. Deze ruimte-oriënteering komt tot stand door samenwerking van verschillende organen (vestibulair-app., spierapp. en oogen) en het is niet waarschijnlijk dat na verlies van één oog veranderingen optreden in dit reflex-mechanisme.

Nemen we aan, dat de convergentie den één-oogige bewust wordt, dan blijft nog de vraag te beantwoorden op welke wijze deze convergentie hem een juiste maatstaf voor den afstand kan zijn. Hiervoor zijn twee mogelijkheden denkbaar: of hij stelt zich door middel van bovengenoemd reflex-mechanisme steeds recht tegenover de voorwerpen en de convergentie (halve hoek van PFALZ) zal hem een goede maat kunnen zijn, of deze convergentie wordt gedoseerd naar de breedte der verstrooingscirkels, b.v. zóó dat een breede verstrooingscirkel een sterkeren convergentie-impuls geeft dan een smalle.

Beschouwen we de convergentie-impuls als „auslösend" moment voor de contractie van den musc. ciliaris, dan zouden we een waardeering van de grootte der verstrooingscirkels door den één-oogige kunnen aannemen, op dezelfde wijze als de binoculair ziende, den afstand tusschen de dubbelbeelden weet te schatten.

Daar uit onderzoekingen van HESS is gebleken dat de musc. ciliaris z'n functie niet verliest bij vermindering van de elasticiteit der lens, maar zich nog uit in pupil-veranderingen, zouden we hierin tevens een verklaring vinden voor het feit, dat er ook onder de presbyopen zijn met een goede grootte-schatting.

CONCLUSIES.

1. Tusschen het zien van den één-oogige en dat van den normaal binoculair ziende, bestaat weinig verschil.

2. Het waarnemen op korten afstand, gebeurt door den één-oogige minder snel dan door den twee-oogige; dit feit, hoewel theoretisch belangrijk, heeft practisch geen beteekenis.

3. Uit gegevens, verkregen bij tijdelijk één-oogig gemaakte binoculi, mag men geen conclusies trekken over het zien van den monoculus,

4. De relatieve afstands-bepaling bij monuculair zien, komt zeer duidelijk tot uiting in de grootte-bepaling.

5. De z.g.n. secundaire motieven hebben ook voor het binoculair zien een groote beteekenis.

6. Als quantitatieve methode van onderzoek naar de aanpassing van den één-oogige, is deze methode alleen aan te raden in combinatie met andere, daar een slechte grootte-bepaling niet altijd samengaat met bezwaren bij het zien.

   Op deze wijze de aanpassing onderzoekende, zou alleen gemeten worden het gebruik, dat de monoculus weet te maken van lichteffect, oppervlakterelief, convergentie en accommodatie, terwijl de parallax buiten beschouwing zou blijven.

7. Over 't algemeen blijkt er bij de monoculi een enorme aanpassing te bestaan en moet het verlies van de dwarsdisparatie van zeer geringe beteekenis worden beschouwd.

BINOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.	
Arts	12	16	20	24	3 mnd.
v $^6/_6$	14	20	24	28	later her-
refr. E.	16	20	28	32	haald;
	18	24	30	36	zelfde uit-
	20	24	32	40	komsten
Semi-arts	12	16	22	24	
v $^6/_6$	14	18	24	28	
refr. E.	16	21	30	32	
	18	23	32	36	
	20	26	34	40	
Semi-arts	12	14	21	24	
v $^6/_6$	14	14	24	28	
refr. E.	16	18	26	32	
	18	20	30	36	
	20	24	32	40	
Semi-arts	12	13	21	24	
v $^6/_6$	14	16	25	28	
refr. E.	16	20	26	32	
	18	22	30	36	
	20	24	30	40	
Semi-arts	12	13	20	24	
v $^6/_6$	14	15	23	28	
refr. E.	16	16	25	32	
	18	18	26	36	
	20	22	30	40	
Semi-arts	12	16	21	24	
v $^6/_6$	14	16	25	28	
refr. E.	16	18	29	32	
	18	20	30	36	
	20	20	34	40	

BINOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.
Semi-arts	12	12	20	24
v $^{6}/_{6}$	14	15	25	28
refr. E.	16	16	27	32
	18	18	28	36
	20	20	30	40
Arts	12	12	18	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	22	28
refr. E.	16	16	26	32
	18	18	30	36
	20	20	32	40
Arts	12	14	20	24
v $^{6}/_{6}$	14	15	22	28
refr. E.	16	16	26	32
	18	20	30	36
	20	24	32	40
Semi-arts	12	12	19	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	21	28
refr. E.	16	16	23	32
	18	18	24	36
	20	20	25	40
Semi-arts	12	12	16	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	21	28
refr. E.	16	16	25	32
	18	18	25	36
	20	20	26	40
Litt.	12	12	20	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	22	28
refr. E.	16	16	26	32
	18	18	30	36
	20	20	32	40

BINOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.
Verpleegster	12	12	18	24
v $^{6}/_{6}$	14	16	20	28
refr. E.	16	16	22	32
	18	20	24	36
	20	20	29	40
Dienstbode	12	12	15	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	15	28
refr. E.	16	16	19	32
	18	18	21	36
	20	20	25	40
Dienstbode	12	14	20	24
v $^{6}/_{6}$	14	18	24	28
refr. E—1.	16	20	27	32
	18	22	29	36
	20	24	32	40
Militair	12	12	13	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	16	28
refr. E.	16	16	19	32
	18	18	18	36
	20	20	26	40
			OS OD	
Semi-arts	12	12	16 12	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	21 16	28
refr. E.	16	16	22 19	32
	18	18	22 18	36
	20	20	24 20	40
Semi-arts	12	12	13 12	24
v $^{6}/_{6}$	14	14	16 16	28
refr. E.	16	16	20 17	32
	18	18	19 19	36
	20	20	27 23	40

BINOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.* OS	op 80 cM. gekozen *monoc.* OD	recht evenr. met den afst.
Arts	12	20	20	19	24
v $^{6}/_{8}$	14	22	22	22	28
refr. E.	16	28	28	25	32
v $^{6}/_{6}$	18	25	29	25	36
refr. E.	20	30	34	30	40
Arts.	12	12	22	21	24
v $^{6}/_{6}$	14	20	25	25	28
refr. E.	16	28	28	28	32
v $^{6}/_{18}$	18	28	30	30	36
refr. ast.	20	30	30	30	40
Patient (Kl.)	12	20	22	22	24
strabismus conv.	14	24	25	24	28
v $^{6}/_{6}$	16	30	28	28	32
refr. E—3.	18	32	32	28	36
	20	32	36	26	40
Patient (Polikl.)	12	15	18		24
v $^{6}/_{12}$	14	16	19		28
refr. E + 2.	16	18	24		32
refr. —E.	18	20	24		36
	20	22	29		40
Patient (Polikl.)	12	13	21		24
v $^{6}/_{6}$	14	15	23		28
refr. E—3.	16	17	26		32
	18	20	30		36
	20	23	29		40
Patient (Polikl.)	12	12	17		24
v $^{6}/_{6}$	14	15	20		28
refr. E—1.	16	17	23		32
	18	18	22		36
	20	20	29		40

BINOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.)			
	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.
Patient (Polikl.)		*binoc.*	*monoc.*	
v $^6/_6$	12	12	22 18	24
refr. E—1.5	14	14	24 20	28
v $^6/_{18}$	16	16	29 26	32
refr. ast.	18	18	29 26	36
geen correctie.	20	20	32 26	40
Mevr. J.	12	12	11	24
v $^6/_6$	14	14	16	28
refr. E—3	16	16	16	32
	18	18	22	36
	20	20	20	40
Semi-arts	12	12	20	24
v $^6/_6$ na correctie	14	16	26	28
refr. E—1.5	16	20	28	32
	18	20	29	36
	20	20	32	40
Semi-arts	12	12	21	24
v $^6/_6$ na correctie	14	14	24	28
refr. E—E—2.5	16	16	27	32
	18	20	29	36
	20	24	32	40
Semi-arts	12	20	21	24
v $^6/_6$ na correctie	14	21	25	28
refr. E + 3	16	26	28	32
„ E + 1.50	18	26	28	36
	20	29	32	40
Semi-arts	12	15	22	24
v $^6/_6$ na correctie	14	18	25	28
refr. E + 3.5	16	22	29	32
	18	20	32	36
	20	26	34	40

BINOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.	
Patient (8 j.)	12	12	18	24	
v $^{6}/_{6}$	14	15	22	28	
refr. E.	16	18	25	32	
	18	19	29	36	
	20	24	32	40	
Patient (13 j.)	12	12	15	24	
v $^{6}/_{6}$	14	14	21	28	
refr. E.	16	17	24	32	
	18	18	29	36	
	20	22	30	40	
Gus. G. (10 j.)	12	12	18	24	
v $^{6}/_{6}$	14	14	20	28	
refr. E.	16	18	24	32	
	18	20	26	36	
	20	22	29	40	
Tijn B. (14 j.)	12	12	20	24	3 mnd. later
v $^{6}/_{6}$	14	16	19	28	herhaald;
refr. E.	16	18	26	32	zelfde uit-
	18	19	28	36	komsten.
	20	22	30	40	
Mar. P. (16 j.)	12	13	20	24	3 mnd. later
	14	15	21	28	herhaald;
	16	16	27	32	zelfde uit-
	18	19	26	36	komsten.
	20	20	28	40	
Patient (Polikl.)	12	16	21	24	
60 j.	14	16	24	28	
v $^{6}/_{6}$	16	17	26	32	
refr. E—3	18	18	30	36	
	20	22	34	40	

BINOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM. op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen *binoc.*	op 80 cM. gekozen *monoc.*	recht evenr. met den afst.	
Mej. D. 60 j.	12	13	22	24	3 mnd.
v $^{6}/_{12}$	14	15	25	28	later her-
refr. E—2	16	16	29	32	haald;
v $^{6}/_{6}$	18	19	30	36	zelfde uit-
refr. E—1.5	20	21	32	40	komsten.
Dienstbode	12	12	15	24	3 mnd.
v $^{6}/_{6}$	14	14	15	28	later her-
refr. E.	16	16	19	32	haald;
	18	18	21	36	zelfde uit-
	20	20	25	40	komsten.
Semi-arts	12	12	11	24	
(Febr. '19)	14	14	14	28	
v $^{6}/_{6}$	16	18	15	32	
refr. E.	18	18	18	36	
	20	20	20	40	
Zelfde	12	13	18	24	
(Mei '19)	14	16	21	28	
	16	18	20	32	
	18	21	22	36	
	20	22	26	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Hoefsmid (28 j.	12	11	24	OS 2 weken ver-
v $^{6}/_{6}$ OD	14	14	28	bonden.
refr. E.	16	15	32	
	18	16	36	
	20	24	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Stoker (24 j.)	12	17	24	OD 4 weken
v $^{6}/_{8}$ OS	14	20	28	verbonden
refr. E—1	16	24	32	
	18	25	36	
	20	30	40	
Chemicus (30 j.)	12	12	24	OS 6 weken ge-
v $^{6}/_{6}$ OD	14	16	28	ënucleerd.
refr. E.	16	18	32	
	18	20	36	
	20	24	40	
Magazijnmeester	12	12	24	OD 4 mnd. ver-
(26 j.)	14	15	28	bonden na trauma.
v $^{6}/_{6}$ OS	16	16	32	
refr. E.	18	18	36	
	20	25	40	
Melkboer (35 j.)	12	17	24	OS 4 mnd. coëcus
v $^{6}/_{6}$ OD	14	20	28	door sec. glauc.
refr. E	16	20	32	
	18	25	36	
	20	30	40	
Landbouwer	12	16	24	OS 6 mnd geënucl.
(25 j.)	14	21	28	
v $^{6}/_{6}$	16	24	32	
refr. E. OD	18	24	36	
	20	24	40	
Dienstbode (27 j.)	12	12	24	OS 7 mnd.
v $^{6}/_{6}$ OD	14	16	28	v $\angle$ $^{1}/_{60}$
refr. E.	16	20	32	(Solutio retenae)
	18	24	36	
	20	24	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Bankwerker (28 j.)	12	23	24	OD 1 jaar cataract. tr. *klaagt!*
v $^{6}/_{8}$ OS	14	26	28	
refr. E + 1	16	30	32	
	18	30	36	
	20	32	40	
Dienstbode (30 j.)	12	12	24	OD 2 jaar coecus.
v $^{6}/_{12}$ OS	14	13	28	
refr. E—1. E—2.	16	15	32	
	18	17	36	
	20	19	40	
Los werkm. (34 j.)	12	14	24	OS 2 jaar geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OD	14	15	28	
refr. E.	16	19	32	
	18	19	36	
	20	21	40	
Dienstmeisje (15 j.)	12	14	24	OD 2 jaar geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OS	14	18	28	
refr. E.	16	19	32	
	18	23	36	
	20	25	40	
Bankwerker (54 j.)	12	16	24	OD 2 jaar cataract tr.
v $^{6}/_{6}$ OS	14	18	28	
refr. E.	16	20	32	
	18	24	36	
	20	28	40	
Bankwerker (48 j.)	12	15	24	OS 3 jaar geënucl.
v $^{6}/_{6}$ f. OD	14	17	28	
refr. E.	16	22	32	
	18	24	36	
	20	28	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Leerling (11 j.)	12	14	24	OS 3 jaar catar. tr.
v $^{6}/_{6}$ OD	14	15	28	
refr. E.	16	18	32	
	18	18	36	
	20	20	40	
Bankwerker (60 j.)	12	18	24	OS 3 jaar glauc.
v $^{6}/_{36}$ OD	14	22	28	abs.
refr. E—2	16	27	32	
	18	29	36	
	20	29	40	
Bankwerker (48 j.)	12	15	24	OS 3 jaar geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OD	14	17	28	
refr. E.	16	22	32	
	18	24	36	
	20	27	40	
Bankwerker (41 j.)	12	12	24	OS 4 jaar coecus.
v $^{6}/_{6}$ OD	14	16	28	
refr. E.	16	19	32	
	18	18	36	
	20	24	40	
Metaaldraaier	12	19	24	OD 5 jaar coecus.
(61 j.)	14	16	28	
v $^{6}/_{12}$ OS	16	20	32	
refr. E—1	18	20	36	
	20	23	40	
Leerling (8 j.)	12	15	24	OS 6 jaar geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OD	14	19	28	
refr. E.	16	20	32	
	18	21	36	
	20	23	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Bankwerker (35 j.)	12	15	24	OS 7 jaar geënucl.
v $^{6}/_{6}$ f. OD	14	17	28	
refr. E—2	16	18	32	
	18	21	36	
	20	24	40	
Ketelschoon-maker (58 j.)	12	16	24	OS 8 jaar geënucl.
	14	20	28	
v $^{6}/_{6}$ f. OD	16	20	32	
refr. E.	18	24	36	
	20	28	40	
Bankwerker (49 j.)	12	15	24	OS 6 jaar coecus.
v $^{6}/_{8}$ OD	14	16	28	
refr. E.	16	19	32	
	18	20	36	
	20	20	40	
Bankwerker (61 j.)	12	20	24	OS 8 jaar geënucl.
v $^{6}/_{8}$ OD	14	24	28	
refr. E—2.5	16	26	32	
	18	28	36	
	20	28	40	
Ketelmaker (41 j.)	12	13	24	OS 9 jaar coecus.
v $^{6}/_{8}$ OD	14	15	28	
refr. E.	16	16	32	
	18	19	36	
	20	20	40	
Kruidenier (65 j.)	12	12	24	OS 10 jaar v $^{1}/_{60}$
v $^{6}/_{12}$ OD	14	15	28	na ulcus corneae.
refr. E—1	16	17	32	
	18	18	36	
	20	20	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr met den afst.	
Bankwerker (41 j.)	12	16	24	OD 10 jaar
v $^{6}/_{6}$ OS	14	16	28	geënucl.
refr. E.	16	20	32	
	18	23	36	
	20	27	40	
Los werkm. (65 j.)	12	24	24	OD 12 jaar
v $^{6}/_{8}$ OS	14	24	28	geënucl.
refr. E—1	16	26	32	
	18	28	36	
	20	32	40	
Machineboorder	12	12	24	OD 14 jaar
(41 j.)	14	14	28	geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OS	16	16	32	
refr. E.	18	18	36	
	20	19	40	
Metaaldraaier	12	12	24	OD 18 jaar
(40 j.)	14	15	28	geënucl.
v $^{6}/_{8}$ OS	16	16	32	Klaagt!
refr. E.	18	18	36	
	20	20	40	
Magazijnknecht	12	14	24	OS 20 jaar
(42 j.)	14	16	28	geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OD	16	17	32	
refr. E.	18	18	36	
	20	22	40	
Machineboorder	12	12	24	OS 20 jaar
(38 j.)	14	15	28	geënucl.
v $^{6}/_{8}$ OD	16	16	32	
refr. E.	18	18	36	
	20	20	40	

*

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Bankwerker (57 j.)	12	20	24	OS 23 jaar
v $^{6}/_{8}$ OD	14	23	28	geënucl.
refr. E.—1	16	25	32	
	18	28	36	
	20	30	40	
Los werkm. (33 j.)	12	13	24	OD 24 jaar
v $^{6}/_{6}$ OS	14	14	28	geënucl.
refr. E.	16	16	32	
	18	18	36	
	20	20	40	
Machineboorder	12	20	24	OD 24 jaar
(44 j.)	14	19	28	geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OS	16	19	32	
refr. E.	18	19	36	
	20	23	40	
Bankwerker (46 j.)	12	12	24	OS 28 jaar
v $^{6}/_{6}$ OD	14	14	28	geënucl.
refr. E.	16	16	32	
	18	18	36	
	20	22	40	
Bankwerker (57 j.)	12	15	24	OS 31 jaar
v $^{6}/_{8}$ OD	14	16	28	geënucl.
refr. E.—2.5	16	18	32	
	18	18	36	
	20	20	40	
Los werkman	12	16	24	OS 40 jaar
(63 j.)	14	20	28	geënucl
v $^{6}/_{6}$ OD	16	20	32	
refr. E.	18	21	36	
	20	24	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Metaaldraaier	12	14	24	OS 40 jaar
(64 j.)	14	16	28	geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OD	16	18	32	
refr. E.	18	20	36	
	20	24	40	
Kommies (H.S.M.)	12	16	24	OD 47 jaar
(55 j.)	14	18	28	geënucl.
v $^{6}/_{8}$ OS	16	20	32	
refr. E.	18	22	36	
—E+1.	20	24	40	
Metaaldraaier	12	14	24	OS 40 jaar
(64 j.)	14	16	28	geënucl.
v $^{6}/_{8}$ OD	16	18	32	
refr. E—1	18	20	36	
	20	24	40	
Leerling (12 j.)	12	11	24	OS visus $^{1}/_{60}$
v $^{6}/_{6}$ OD	14	15	28	t.g.v. maculae
refr. E—1.5	16	16	32	corneae
—E—3.5	18	16	36	
	20	20	40	
Huisvrouw (35 j.)	12	14	24	OD 32 jaar
v $^{6}/_{6}$ OS	14	16	28	geënucl.
refr. E.	16	19	32	
	18	20	36	
	20	24	40	
Boekbindster	12	11	24	OS 16 jaar
(19 j.)	14	13	28	geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OD	16	16	32	
refr. E.	18	20	36	
	20	20	40	

MONOCULI.

	Grootte van het muntje (diam. in mM.) op 40 cM. aangeboden	op 40 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Leerling (13 j.)	12	12	24	OS panophthal-
v $^{6}/_{6}$ OD	14	14	28	mie na mazelen
refr. E.	16	18	32	
	18	20	36	
	20	22	40	
Sigarenmaker	12	12	24	OD 22 jaar
(29 j.)	14	16	28	geënucl.
v $^{6}/_{6}$ OS	16	16	32	
refr. E—1	18	19	36	
	20	23	40	
Koopman (22 j.)	12	12	24	OS 13 jaar
v $^{6}/_{8}$ OD	14	15	28	geënucl.
refr. E—1	16	16	32	
—E—2.5	18	18	36	
	20	20	40	
Huisvrouw (41 j.)	12	12	24	OD 35 jaar
v $^{6}/_{8}$ r. OS	14	15	28	geënucl.
refr. E+2.	16	16	32	
	18	18	36	
	20	20	40	
Dienstbode (32 j.)	12	15	24	OD 29 jaar
v $^{6}/_{6}$ OS	14	16	28	geënucl.
refr. E.	16	16	32	
	18	20	36	
	20	24	40	
Klerk (23 j.)	12	16	24	OD 19 jaar
v $^{6}/_{6}$ OS	14	20	28	geënucl.
refr. E.	16	22	32	
	18	24	36	
	20	26	40	

MONOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 40 cM. gekozen	recht evenr. met den afst.	
Huisvrouw (41 j.)	12	24	24	OD 30 jaar
v $^{6}/_{12}$ OS	14	20	28	geënucl.
na correctie	16	26	32	Veel klachten
refr. E+1.5	18	30	36	
	20	32	40	

MONOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen: zonder glas	—2D	—4D	—6D	recht evenr. met den afstand	
H. S. M. I (35 j.)	12	15	24	28	onnauwkeurig	24	OS 7 jaar
v $^{6}/_{6}$ OD	14	17	24	28		28	geënucl.
refr. E.	16	18	24	30		32	
Micropie	18	20	29	32		36	
	20	24	30	32		40	
H. S. M. II (38 j.)	12	12	16	16	20	24	OS 20 jaar
v $^{6}/_{8}$ OD	14	15	18	20	24	28	geënucl.
refr. E.	16	16	20	20	30	32	
Micropie	18	18	24	28	30	36	
	20	20	25	28	34	40	
Figee (42j.)	12	14	20	20	20	24	OS 20 jaar
v $^{6}/_{6}$ j. OD	14	16	18	22	22	28	geënucl.
refr. E.	16	17	22	24	24	32	
Micropie	18	18	22	28	30	36	
	20	22	28	30	30	40	
H.S.M. III (42 j.)	12	13	16	20	onnauwkeurig	24	OS 9 jaar
v $^{6}/_{8}$ OD	14	15	16	20		28	coecus
refr. E.	16	16	20	24		32	
Micropie	18	19	18	28		36	
	20	20	23	30		40	

MONOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen zonder glas	—2D	—4D	—6D	recht evenr. met den afstand	
H.S.M. IV (46 j.)	12	12	16	24	onnauwkeurig	24	OS 28 jaar
v $^6/_6$ OD	14	14	18	18		28	geënucl.
refr. E.	16	16	20	28		32	
Micropie	18	18	24	28		36	
	20	22	28	30		40	
H.S.M. V (48 j.)	12	15	20	20	onduidelijk	24	OS 3 jaar
v $^6/_6$ OD	14	17	24	24		28	geënucl.
refr. E.	16	22	23	29		32	
Micropie.	18	24	32	32		36	
	20	27	32	32		40	
H.S.M. VI (49 j.)	12	15	20	20	onnauwkeurig	24	OS 6 jaar
v $^6/_8$ OD	14	16	20	20		28	geënucl
refr. E.	16	19	22	24		32	
Micropie.	18	20	24	28		36	
	20	20	28	28		40	
	met +2.5 D	zond. glas	— 2 D				
H.S.M. VII (57 j.)	12	15	16	16	onnauwkeurig	24	OS 31 jaar
v $^6/_{18}$ OD	14	16	20	16		28	geënucl.
refr. E—2.5	16	18	18	20		32	
Geen micropie	18	18	20	24		36	
	20	20	20	24		40	
	zond. glas	met — 2 D					
H.S.M. VIII (57 j.)	12	20	16	zeer onnauwkeurig		24	OS 23 jaar
v $^6/_8$ OD	14	23	24			28	geënucl.
refr. E.	16	25	24			32	
Geen micropie	18	28	30			36	
	20	28	30			40	
H.S.M. IX (58 j.)	12	16	20	onnauwkeurig		24	OS 8 jaar
v $^6/_6$ OD	14	20	20			28	geënucl.
refr. E.	16	20	24			32	
Geen micropie	18	24	28			36	
	20	28	29			40	

MONOCULI.

Grootte van het muntje (diam. in mM.)

	op 40 cM. aangeboden	op 80 cM. gekozen +2D	zonder glas	−4D	−6D	recht evenr. met den afstand	
H.S.M. X (61 j.)	12	20	22	24	onnauwkeurig	24	OS 8 jaar
v 6/8 OD	14	24	24	24	onnauwkeurig	28	coecus
refr. E—2.	16	26	26	30	onnauwkeurig	32	
Geen micropie	18	28	28	28	onnauwkeurig	36	
	20	28	28	30	onnauwkeurig	40	

	zonder glas	— 2 D	— 4 D			
H.S.M. XI (41 j.)	12	16	20	20		24	OD 10 jaar
v 6/6 OD	14	16	20	24		28	coecus
refr. E.	16	20	24	28		32	
Geen micropie	18	23	28	30		36	
	20	27	30	32	onnauwkeurig	40	

Patient (Strab)	12	12	24		OD ambl. ex anopia
(21 j.)	14	16	28		
v 6/8 f. OS	16	19	32		
refr. E.	18	20	36		
refr. —E—3.	20	24	40		
Kaasmaker					

Patient (Strab)	12	28	24		OD ambl. ex anopia
(8 j.)	14	28	28		
v 6/6 OS	16	30	32		
refr. E.	18	30	36		
refr. —E—0.5.	20	30	40	onnauwkeurig	
Leerling					

Patient (20 j.)	12	16	24		OD ambl. ex anopia
v 6/6 OD	14	20	28		
refr. E—2.	16	24	32		
Naaister.	18	24	36		
	20	24	40	onnauwkeurig	

Geraadpleegde Literatuur.

ASCHER: Zur Frage nach dem Einflusz von Akk. und Konv. auf die Tiefenlok, und die scheinbare Grosze der Sehdinge.
Zeitschr. f. Biologie 1913 Bd. L XII Heft XII.

Ibidem: Versuche zu einer Methode die sekund. Motive der Tiefenlok. messend zu beobachten nebst Bemerkungen über die Gewöhnung an das Einaugige Sehen.
Albr. v. Graefe's Archiv f. Ophth. 1917. Bd. VI C Heft I.

BOURDON: La perception monoculaire de la profondeur.
Revue philosophique 1898. p. 124—144.

CANTONNET: L'examen de l'appareil visuel chez les Candidats aviateurs.
Archives D'ophtalmologie 1919. Tome XXXVI Nr. VII.

CORDS: Bemerkungen zur Untersuchung des Tiefenschätzungsvermögens.
Zeitschr. f. Augenheilk. 1912. Bd. XXVII.

Ibidem: Der Einflusz der parallaktischen Verschiebung auf die monokulare Tiefenwahrnehmung.
Kl. Monatsbl. für Augenheilk. 1913. Bd. L I p. 21.

CORS und BARDENHEUER: Bemerkungen zur untersuchung des Tiefenschätzungsvermögens.
Zeitschr. f. Augenheilk. 1913. Bd. XXX.

DONDERS: Ned. Lancet 1850. 2e serie, 6e Jaarg. p. 607.

Ibidem: Versl. en mededeeling der Koninkl. Akad. van Wetenschappen Afd. Natuurk. 1871. Deel VI.

DUDLEY: Perspective for Aviators.
American Journal of Ophthalm. 1919. Bd. II.

EATON: Factors in Stereoscopic vision and in the visual estimaton of Distance.
British Journal of Ophthalm. 1919. Bd. II.

V. EYSDEN: Over de beteekenis van de accommodatie voor het monoculaire dieptezien.
Dissertatie Utrecht 1913.

EINTHOVEN: Stereoscopie door kleurverschil.
Dissertatie Utrecht 1885.

FRANKLIN: Stereoscopic and perspective vision.
American Journal of Ophth. 1918. Bd. II.

V. GEUNS: Invaliditeitspercentage wegens verlies van één oog.
Ned. Oogheelk. Gezelschap 1909 11 Juli.

GRÜNBAUM: Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 20 Dec. 1919 p. 2025.

V. D. HEYDE: Oogverwondingen en Ongevallenwet.
Dissertatie Leiden 1909.

HELMHOLTZ: Handbuch der Physiol. Optik.

HILLEBRAND: Das Verhältnis von Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation.
Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane 1894. Bd. VII.

HULSHOFF POL: Over verlichting van fijnen arbeid.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1917. Bd. II. Nr. 13.

HESS: Beiträge zur Kenntnis Accommodativer Aenderungen im Menschenauge.
Archiv f. Augenheilk. Bd. L XV Heft II 1910.

Ibidem: Arbeiten aus dem Gebiete der Accommodations-lehre.
v. Graefe's Archiv. 1901. Bd. L II Heft I.

INOUYE: Ueber die Geschwindigkeit der positiven und negativen Konv.-bewegungen.
v. Graefe's Archiv f. Ophth. 1910 Bd. L XXVII.

ISAKOWITZ: Messende Versuche über Mikropsie durch Konkavgläser nebst Bemerkungen zur Theorie der Entfernungs- und Grossenwahrnehmung 1907.

KOSTER: Zur Kenntnis der Mikropsie und Makropsie.
Archiv f. Ophthalmotogie Bd. XLII 1896.

LANS : Over het verlies in arbeidswaarde door het gemis aan één oog.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1906. Bd. II Nr. 7.

MAGNUS : Leitfaden für Begutachtung und Berechnung von Unfallbeschädigung der Augen. Breslau 1894.

PERLMANN : Ueber die Gewöhnung an die Einaugigkeit und ihren Nachweiss.
Zeitschr. f. Augenheilk. 1915. Bd. XXXII.

PERLIA : Ein vereinfachtes Stereoskoptometer Kl. Monatsbl. für Augenheilk. 1911. Bd. LI.

PFALZ : Ein verbesserter Stereoskoptometer zur Prüfung des Tiefenschätzungsvermögens.
Kl. Monatsbl. f. Augenheilk. 1907. Bd. XLV.

Ibidem : Zur Stereoskoptometrie.
Kl. Monatsbl. f. Augenheilk. 1912.

REDDINGIUS : Over micropie.
Dissertatie. Groningen 1894.

Ibidem : Het gezichtszintuig als stelsel van sensu-motorische organen.
Voordracht Oogheelkundig Gezelschap 1897.

ROELOFS : Over den samenhang tusschen Accommodatie en Convergentie.
Dissertatie 1912 Amsterdam.

STRAUB : Ueber Monokulares körperliches Sehen nebst Beschreibung eines als monokulares Stereoskop benutzten Stroboskopes.
Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane 1904. Bd. XXXVI.

Ibidem : De plaats van het bewustzijn in de theorie van het zien.
Rede. 8 Jan. 1910.

SCHOUTE : Het binoculair zien.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1910 Bd. I.

SHERRINGTON : Observations on the Sensual Rôle of the Proprioceptive Nerve-supply of the Extrinsic Ocular Muscles.
Brain, A Journal of Neurology. 1918. Vol. XLI.

SCHWEITZER : Ueber die Grenzwerte des Tiefenschätzungsvermögens bei der Untersuchung mit den Pfalz'schen Stereoskoptometer.
v. Graefe's Archiv f. Ophth. Bd. L XXXVI.

SCHWARZ : Zur Akkommodative Mikropsie.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1907. Jahrg. XLV Jan.

SITZUNGS. BER. VEREIN SUDWESTDEUTSCHER AUGENÄRZTE. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1914 Bd. I 1913 Straatsburg.

VERWEY : Het zien van diepte door middel van den monoc. parallax.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1909. Bd. II.

WOLTERS : Einiges über die Bewertung der Einäugigkeit und der Gewöhnung an die Einaugigkeit in forensischer Hinsicht.
Inaug. dissertatie, Rostock 1909.

WUNDT : Grundzüge der Physiol. Psychologie 1910 Bd. II.

ZEEMAN : Das Sehen des Einäugigen.
Kl. Monatsbl. f. Augenheilk. 1912 Bd. XIV.

ZEEMAN en ROELOFS : Beiträge zur binokularen Helligkeits-empfindungen.
v. Graefe's Archiv f. Ophth. 1917 Bd. VIII C Heft IV.

Ibidem : Ueber den Wettstreit der Konturen.
v. Graefe's Archiv f. Ophth. 1919. Bd. I C Heft I.

ZEHENDER : Ueber den Zahlenmässigen Ausdruck der Erwerbungsfähigkeit gegenüber den Unfall Versicherungsgesellschaften.
Kl. Monatsbl. f. Augenheilk. 1889 p. 265—531.

ZIEHEN : Ueber die Abhangigkeit der scheinbaren Grosze taktiler Empfindungen von der Entfernung und von der Optischen Einstellung.
Zeitschr. f. Psych. und Physiol. der Sinnesorg. 1916 Bd. L Heft II.

ZIMMERMAN : Ueber die Abhängigkeit des Tiefeneindrucks von der Deutlichkeit der Konturen.
Psychologische Studien (Prof. SCHUMANN) 1918 Abt. I Heft IV.